



LES FORÊTS DU BASSIN DU CONGO

Forêts et changements climatiques

Les Forêts du Bassin du Congo - Forêts et changements climatiques

Numéro spécial de l'État des Forêts ~ 2015 ~

Editeurs : de Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. et Doumenge C.

Photo de couverture : Canopée ouverte d'une forêt dense humide dans le sud-ouest du Gabon. Photo prise d'une piste dans une concession forestière. © Frédéric Sepulchre



L'État des Forêts est une publication produite dans le cadre de l'Observatoire des Forêts d'Afrique centrale de la Commission des Forêts d'Afrique centrale (OFAC/COMIFAC) et du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC)
<http://www.observatoire-comifac.net/> - <http://comifac.org/> - <http://pfbc-cbfp.org/>

Sauf indication contraire, les limites administratives et tracés des cartes sont produits à titre illustratif et ne présument d'aucune approbation officielle.

Sauf indication contraire, les données, analyses et conclusions présentées dans cet ouvrage sont celles de leurs auteurs.

Toutes les photographies présentées dans cette publication sont soumises au droit d'auteur. Toute reproduction, électronique ou sous toute autre forme que ce soit, est interdite sans l'autorisation écrite du photographe.

Citation souhaitée : Les forêts du Bassin du Congo - Forêts et changements climatiques. Eds : de Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. et Doumenge C. – 2015. Weyrich. Belgique. 128 p.

Dépôt légal : D2015/8631/43

ISBN: 978-2-87489-356-8

Reproduction autorisée, moyennant mention de la source

© 2015 ÉDITION-PRODUCTION

Tous droits réservés pour tous pays.

© Édité en Belgique par WEYRICH EDITION

6840 Neufchâteau – +32 61 27 94 30

www.weyrich-edition.be

Imprimé en Belgique par Antilope Printing / Exceleprint

Imprimé sur papier recyclé



LES FORÊTS DU BASSIN DU CONGO

Forêts et changements climatiques



TABLE DES MATIÈRES

Liste des contributeurs	7
Acronymes	9
Préface	13
Introduction	15
<hr/>	
CHAPITRE 1	
Importance des forêts d’Afrique centrale	17
<hr/>	
CHAPITRE 2	
Climat de l’Afrique centrale : passé, présent et futur	37
<hr/>	
CHAPITRE 3	
Interactions entre les caractéristiques climatiques et les forêts	53
<hr/>	
CHAPITRE 4	
Vulnérabilité et adaptation des forêts et des communautés en Afrique centrale	65
<hr/>	
CHAPITRE 5	
La forêt de l’Afrique centrale : une contribution accrue à l’atténuation du changement climatique	79
<hr/>	
CHAPITRE 6	
Forêts et changement climatique en Afrique centrale : synergie entre atténuation et adaptation	93
<hr/>	
Conclusions	105
Bibliographie	111
Annexes	125

Liste des contributeurs

Coordination

de Wasseige Carlos - OFAC

Relecture et révision des textes

de Wasseige Carlos - OFAC

Doumenge Charles - CIRAD

Bedoret Brigitte

Halleux Claire - OFAC

Traduction

Ducenne Quentin - R&SD sia

Deroo Catherine - R&SD asbl

Rollinson Simon - Pacific Island Projects

Réalisation des cartes

Halleux Claire - OFAC

de Wasseige Carlos - OFAC

Conception et mise en page

Weyrich S.A.

de Wasseige Carlos - OFAC

Auteurs

Bayol Nicolas - FRMi

Beyene Tazebe - Université de Washington

Bodin Blaise - PNUE - WCMC

de Wasseige Carlos - OFAC

Dessard Hélène - CIRAD

Doumenge Charles - CIRAD

Eba'a Atyi Richard - CIFOR

Feintrenie Laurène - CIRAD

Gond Valery - CIRAD

Haensler Andreas - CSC

Hiol Hiol François - Université de Dschang

Hirsch Flore - FRMi

Kengoum Félicien - CIFOR

Laraque Alain - IRD

Loh Chia Eugene - CIFOR

Ludwig Fulco - Université de Wageningen

Mahé Gil - IRD

Manetsa Djoufack Viviane - Université de Yaoundé I

Marquant Baptiste - FRMi

Marshall Michael - ICRAF

Martius Christopher - CIFOR

Mkankam François - Université des Montagnes

Molto Quentin - FRMi

Mosnier Aline - IIASA

Ndjatsana Michel - Secrétariat Exécutif COMIFAC

Pérez-Terán Alba Saray - CIFOR

Pokam Wilfried - Université de Yaoundé I

Schmidt Lars - FRMi

Scholte Paul - GIZ

Sonwa Denis - CIFOR

Sufo-Kankeu Richard - CIFOR

Tsalefac Maurice - Universités de Dschang et de Yaoundé I

Autres contributeurs

Assemble-Mvondo Samuel - CIFOR

Batti Ahmed - FRMi

Chevalier Jean-François - FRMi

Tadoum Martin - Secrétariat Exécutif COMIFAC

ACRONYMES

AC	Afrique centrale	CIRAD	Centre de Coopération internationale en Recherche agronomique pour le Développement
AF	Fonds d'Adaptation	CIV	Capacité d'Infiltration Variable
AGEDUFOR	Appui à la Gestion Durable des Forêts de la RDC	CN	Communications Nationales
AMCC	Alliance mondiale contre le changement climatique	CN REDD	Coordination Nationale REDD
AP	Avant le présent	CNCM	Centre National de Recherches Météorologiques – Modèles couplés
APV	Accords de Partenariat Volontaire	CNRS	Centre national de la recherche scientifique
ARECO	Association Rwandaise des Ecologistes	CO2	Dioxyde de carbone
ASAP	Programme d'adaptation de l'agriculture paysanne	COBAM	Changement Climatique et Forêts dans le Bassin du Congo
ASECNA	Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar	CoFCCA	Congo Basin Forests and Climate Change Adaptation
AUDD	Déforestation et dégradation non planifiée, évitée	COMIFAC	Commission des Forêts d'Afrique Centrale
BAD	Banque africaine de Développement	COP	Conférence des Parties
BBOP	Business and Biodiversity Offsets Programme	CSC	Climate Service center
BIOM	Biosphere Management Model	DFID	Département pour le développement international
BMU	Ministère fédéral allemand de l'Environnement	DMC	Disaster Monitoring Constellation
CBLT	Commission du Bassin du Lac Tchad	EbA	Adaptation fondée sur les écosystèmes
CCAFS	Changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire	ECHAM	European Centre Hamburg Model
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique	ECOFORAF	Eco-certification des concessions forestières en Afrique centrale
CCR	Centre commun de Recherche	EDF	État des Forêts
CED	Centre pour l'Environnement et le Développement	EFIR	Exploitation Forestière à Impacts Réduits
CEEAC	Communauté économique des États de l'Afrique centrale	ENSO	El Niño-Southern Oscillation
CEMAC	Communauté Économique et Monétaire de l'Afrique Centrale	ERA	Extension de la durée de Rotation
CER	Réduction Certifiée des Emissions	ESA	Agence spatiale européenne
CGIAR	Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale	EV	Économie verte
CICOS	Commission Internationale du Bassin Congo-Oubangui-Sangha	FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
CIFOR	Centre de recherche forestière internationale	FCPF	Fonds de Partenariat pour le Carbone forestier
CIO	Convergence interocéanique	FEM	Fonds pour l'Environnement mondial
		FFBC	Fonds Forestier pour le Bassin du Congo
		FHVC	Forêt à haute valeur de conservation
		FIDA	Fonds international de développement agricole
		FIT	Front Intertropical

FLEGT	Forest Law Enforcement, Governance and Trade	LEDS	Stratégie de développement à faibles émissions
F-OMD	Fonds pour la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement	LPJ-ml	Lund-Potsdam-Jena-managed lands
FORAFAMA	Appui à la gestion durable des forêts du Bassin du Congo et du bassin amazonien brésilien	LTPF	Passage d'une forêt exploitée à une forêt protégée
FRA	Evaluation des ressources forestières	LUCF	Changement d'utilisation des terres et foresterie
FRM	Forêt Ressources Management	MCG	Modèle climatique global / Modèle de circulation générale
FSC	Forest Stewardship Council	MDP	Mécanisme de Développement propre
FSCD	Fonds Spécial ClimDev-Afrique	MNV	Mesures, Notification et Vérification
FSF	Fast-Start Finance	MOA	Mousson Ouest africaine
GCF	Fonds Vert pour le climat	MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
GCS	Etude comparative mondiale	NCBs	Bénéfices non liés au carbone
GES	Gaz à effet de serre	NER	Niveau de Référence des Emissions d'origine forestière
GFA	Gestion forestière améliorée	NR	Niveau de Référence forestière
GFD	Gestion forestière durable	OECD	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
GIEC	Groupe d'Experts intergouvernemental sur l'Évolution du Climat	OFAC	Observatoire des Forêts d'Afrique centrale
GIZ	Agence allemande de coopération internationale	OLB	Origine et Légimité des Bois
GLOBIOM	Global Biosphere Management Model	ONG	Organisation non gouvernementale
GTS	Global Telecommunication Systems	ONU	Organisation des Nations unies
ICF	Fonds international pour le climat	ORSTOM	Office de la recherche scientifique et technique outre-mer
ICRAF	Centre international pour la Recherche en Agroforesterie	OSCST	Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis	PANA	Programme d'Action National d'Adaptation
IKI	Initiative internationale pour la protection du climat	PAPFFG	Projet d'Aménagement des petits Permis forestiers gabonais
INDC	Intended Nationally Determined Contribution	PFBC	Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo
INDEFOR	Institut national pour le développement des forêts	PFNL	Produit forestier non ligneux
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace – Institut de recherche en Sciences de l'Environnement	PIB	Produit intérieur brut
IRD	Institut de Recherche pour le Développement	PIF	Programme d'Investissement pour la Forêt
JMA	Mécanisme mixte d'atténuation et d'adaptation	PMD	Pays les moins développés
LDCF	Fonds des Pays les Moins développés	PNA	Plan National d'Adaptation
LED	Développement à faibles émissions	PNIA	Programme National d'Investissement Agricole
		PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement

PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement	UN-DESA	Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies
PPCR	Programme Pilote pour la Résilience Climatique	UN-REDD	Programme des Nations Unies sur la Réduction des Émissions issues de la Déforestation et de la Dégradation des forêts
PS6	Performance Standards 6		
PSA	Priorité stratégique pour l'adaptation	VCS	Verified Carbon Standard
PSE	Payement des services écosystémiques	WATCH	Water and Global Change
RAFM	Réseau Africain des Forêts Modèles	WCMC	Centre Mondial de Surveillance de la Conservation de la Nature
RCA	République Centrafricaine	WFD	WATCH Forcing Data
RDC	République démocratique du Congo	WMO	Organisation météorologique mondiale
REDD	Réduction des Émissions issues de la Déforestation et de la Dégradation des Forêts	WRI	World Resources Institute
		ZCIT	Zone de Convergence InterTropicale
REDD – PAC	Centre d'Évaluation des Politiques REDD+		
ROSE	Réseau des ONG locales du Sud-Est Cameroun		
R-PIN	Readiness Plan Idea Note		
R-PP	Plan de Préparation à la REDD		
RTMR	Réseau de Télécommunication Météorologique Régional		
SATCOM	Communications par satellite		
SCCF	Fonds spécial pour les changements climatiques		
SIEREM	Système d'informations environnementales sur les ressources en eau et leur modélisation		
SIS	système d'information sur les sauvegardes		
SMOC	Système mondial d'observation du climat		
SRES	Rapport spécial sur les scénarios d'émissions		
TLTV	Vérification de la Légalité et Traçabilité du Bois		
TMS	Températures Marines de Surface		
TREES	Tropical Resources and Environment Monitoring by Satellite		
UA-NEPAD	Union africaine – Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique		
UCL	Université catholique de Louvain		
UE	Union Européenne		
UEFA	Union pour l'Émancipation de la Femme Autochtone		
UICN	Union internationale pour la Conservation de la Nature		
UK	Royaume-Uni		

PRÉFACE

Depuis plusieurs décennies, les changements climatiques se sont imposés dans l'agenda international comme un fléau très dangereux dont les conséquences sont à même de compromettre la survie de la planète et de l'humanité toute entière. C'est depuis 1992 que la Communauté internationale essaie de trouver des solutions à ce problème. En effet, la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et le Protocole de Kyoto adoptés respectivement en 1992 et en 1997 ont jeté les bases juridiques d'une coopération internationale pour lutter contre les causes et les effets des changements climatiques dans le monde.

Si l'adoption de ces instruments a suscité beaucoup d'espoirs, leur mise en œuvre s'est avérée plus compliquée; ceci compte tenu des difficultés des pays parties à l'annexe 1 à respecter leurs engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Aussi, les financements prévus pour soutenir les efforts d'adaptation et d'atténuation aux changements climatiques dans les pays en voie de développement n'ont-ils pas été à la hauteur des besoins et des attentes.

C'est dans le souci d'apporter une réponse plus globale et mieux coordonnée à ce fléau qu'un nouveau round de négociations a été engagé depuis quelques années en vue de l'adoption d'un nouvel accord mondial sur le climat. La 21^e Conférence des Parties à la Convention prévue à la fin de cette année 2015 à Paris serait le point culminant de ces négociations où il est attendu que la communauté internationale adopte ce nouvel instrument de coopération.

Comme les autres Parties à la Convention, les pays d'Afrique centrale participent activement depuis des années aux négociations internationales sur les changements climatiques. Des positions concertées sur les différents enjeux et sujets d'intérêt pour la sous-région ont été régulièrement définies et défendues par ces pays lors des négociations. En effet, compte tenu que l'Afrique centrale renferme les forêts du Bassin du Congo, deuxième massif forestier tropical du monde, les pays de cette sous-région ont toujours soutenu la prise en compte du rôle de ces forêts dans la lutte contre les changements climatiques.

En réalité, les forêts tropicales jouent un rôle indéniable dans la lutte contre les changements climatiques. D'après le Groupe Intergouvernemental des Experts sur le Climat (GIEC), la déforestation dans les zones tropicales contribue pour environ 15 % aux émissions de GES. Il est à cet effet recommandé d'inverser cette tendance en mettant en place au niveau national des politiques et actions pour réduire cette déforestation; d'où l'émergence du mécanisme de réduction des émissions résultant de la déforestation et de la dégradation forestière (REDD+).

Les pays du Bassin du Congo ont eu par le passé un comportement vertueux en préservant leurs ressources forestières. Le dernier rapport sur l'état des forêts (EDF) de 2013 est assez édifiant à ce sujet, car la sous région enregistre de très faibles taux de déforestation (0,14 % par an) et de dégradation comparé à d'autres régions tropicales du monde. Le mécanisme REDD+ que la plupart des pays d'Afrique centrale soutiennent est à juste titre considéré comme une

opportunité de développement pour ces pays. Face aux ambitions de croissance économique et de développement des pays dans le moyen et long terme, la mise en œuvre de stratégies REDD+ devrait permettre aux pays d'Afrique centrale de bénéficier des financements et des technologies nécessaires pour minimiser l'empreinte carbone, ceci en modernisant leurs systèmes de production agricole et d'élevage, etc.

Si le concept de la REDD+ semble de prime abord facile, les exigences liées à sa mise en œuvre au niveau national sont plus complexes. En effet, de nombreux aspects méthodologiques et techniques constituent autant de défis pour nos pays pour opérationnaliser cet instrument.

Au-delà des enjeux liés à la REDD+, les questions d'adaptation aux changements climatiques sont également des priorités pour la sous-région. On observe de plus en plus des phénomènes extrêmes liés aux changements climatiques avec des conséquences tant sur les écosystèmes que sur les populations. Il faut donc agir en mettant en place des mesures et actions appropriées pour réduire la vulnérabilité de ces populations.

Pour faire face à tous ces enjeux, les pays d'Afrique centrale doivent nécessairement développer une approche intégrée pour aborder les changements climatiques et les forêts constituent un élément important de cette stratégie.

C'est en considération de ce qui précède, qu'il s'est avéré utile dans le cadre de la tenue de la 21^e Conférence des Parties à la Convention à Paris, de faire le point sur cette double problématique «forêts et changements climatiques» en Afrique centrale. Le présent rapport sur les forêts et changements climatiques produit par la Commission des Forêts d'Afrique centrale (COMIFAC) avec l'appui de ses partenaires vise à informer la Communauté internationale et les Autorités des pays de la sous-région des avancées enregistrées en matière de gestion durable des forêts et des outils en cours de développement pour la REDD+ d'une part, des enjeux et des défis liés à l'atténuation et à l'adaptation aux changements climatiques d'autre part.

Avec l'espoir que ce rapport contribuera au renforcement du plaidoyer des pays d'Afrique centrale dans les négociations internationales actuelles et futures sur les changements climatiques en Afrique centrale,

Je souhaite une bonne lecture à tous.



Raymond Mbitikon
Secrétaire Exécutif de la
COMIFAC

INTRODUCTION

À l'occasion de la 21^e Conférence des Parties (CoP) à la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) qui se tiendra à Paris du 1^{er} au 10 décembre 2015, les états membres de la COMIFAC souhaitent aborder les questions sur le climat pour leur région avec, en particulier, un accent sur le rôle des forêts. À cette fin, la COMIFAC est fière de présenter cette publication spéciale sur le climat et les forêts en Afrique centrale. La coordination de la rédaction a été confiée au Secrétariat Exécutif de la COMIFAC et à l'OFAC avec le support du CIFOR.

Ce rapport est le fruit d'un long processus participatif de consolidation d'information, d'échanges entre experts, de débats et de consensus afin de fournir des éléments pour l'amélioration de la durabilité des écosystèmes d'Afrique centrale. Cette action vitale répond à une demande pressante émanant de plusieurs acteurs pour disposer d'une information consolidée dans un document unique. Le processus de création du rapport comprend plusieurs étapes dans lesquelles de nombreux acteurs se sont impliqués depuis plus d'un an. La production de cette nouvelle édition commença en octobre 2014 à l'occasion de la réunion du PFBC à Brazzaville.

La préparation de chaque chapitre est conduite par un « coordinateur de chapitre ». Son rôle consiste à :

- (i) suggérer une structure basée sur les thèmes proposés,
- (ii) stimuler le groupe des co-auteurs pour générer leurs contributions respectives,
- (iii) arranger au mieux, les différentes contributions, et
- (iv) préparer la première version du chapitre en vue de l'atelier de révision et la dernière version basée sur le feedback reçu au cours de cet atelier.

L'atelier de trois jours tenu à Kribi en juillet 2015 a constitué une étape clé dans la production de cette publication. L'objectif principal de cet atelier était de permettre aux acteurs et partenaires du secteur forestier du Bassin du Congo d'examiner, d'amender et de valider les textes proposés à la publication. Dans ce sens, l'atelier peut être considéré comme un « processus de révision par les pairs en temps réel ». Cet atelier consiste d'abord en la présentation de chaque projet de chapitre, ses orientations et ses éléments clés et ainsi permet à chaque participant d'identifier les thématiques auxquelles il pourrait contribuer au mieux. Dans un deuxième temps, les participants de l'atelier sont divisés en groupes de travail afin de fournir leurs suggestions et contributions pour améliorer le contenu des chapitres. Au cours de ces discussions, la participation était importante et les participants ont contribué à mettre à disposition des auteurs, une information meilleure et plus accessible.

Les auteurs pouvaient dès lors poursuivre l'amélioration de ces textes.

Une fois les textes finalisés, textes qui sont bien souvent rédigés en partie en français, en partie en anglais, un comité de relecture se penche sur l'amélioration de la cohérence des textes entre eux et de leur compréhension pour un public le plus large possible. La traduction, la mise en page, la relecture typographique, l'impression et la diffusion du document sont les ultimes étapes de cette aventure, mais elles n'en demeurent pas moins intenses, mobilisent des ressources humaines importantes et nécessitent beaucoup de temps.

En termes de contenu, cette publication spéciale porte principalement son effort sur les forêts, le climat, et les politiques possibles liées à ce sujet. Son contenu, divisé en six chapitres est le fruit de la collaboration entre de nombreux acteurs.

Les trois premiers chapitres se concentrent sur la description des forêts d'Afrique centrale, les caractéristiques climatiques et les relations et interactions mutuelles entre la forêt et le climat ; tout cela, étayé par des travaux scientifiques.

Le premier chapitre décrit le rôle clé de la forêt tropicale africaine en tant que réservoir de carbone et de biodiversité. Grâce aux derniers développements dans les technologies de télédétection, l'état des forêts et les dynamiques des types de couverts forestiers tropicaux sont de mieux en mieux décrits. On y aborde aussi la cause des changements de la couverture forestière et de sa possible évolution eu égard (i) aux nouvelles opportunités de développement économique, (ii) à l'accroissement démographique, et (iii) aux défis politiques et d'aménagement.

Le deuxième chapitre analyse le climat de l'Afrique centrale, en se concentrant plus particulièrement sur (i) les caractéristiques clés du climat, (ii) l'évolution et les changements historiques, (iii) la façon dont le climat pourrait évoluer dans les années à venir, et (iv) les impacts possibles de ces changements sur le régime hydrologique, l'évaporation et conséquemment sur la végétation et la population humaine.

Après avoir décrit la forêt et le climat en Afrique centrale, le troisième chapitre traite de la question de la relation entre ces deux éléments. Ceci est réalisé à travers les échanges en contenu hydrique, la conversion d'énergie avec le rôle de la chaleur latente et de la chaleur sensible ainsi que l'influence du carbone atmosphérique. Ce chapitre analyse aussi (i) l'influence historique mutuelle, avec notamment la distribution de la végétation dictée

par les évolutions climatiques, (ii) l'impact potentiel des modifications climatiques sur la végétation et (iii) l'impact de la déforestation sur les caractéristiques du climat.

La seconde partie avec les trois derniers chapitres, est liée aux questions politiques et aux options pour faire face aux défis d'une forêt durable dans un contexte de questionnements sur le changement climatique.

Le chapitre 4 est dédié à la vulnérabilité et à l'adaptation de la forêt et des communautés dans une situation de changement climatique. En effet, non seulement les aspects biophysiques sont importants à traiter mais aussi les changements dans les politiques environnementales liées à l'accès aux ressources forestières dans un contexte de pression croissante principalement due à une augmentation de population. La vulnérabilité est aussi décrite eu égard aux secteurs économiques et sociaux, l'hydrologie et l'énergie, l'agriculture, la santé et l'urbanisation. Tantôt, l'adaptation est abordée selon l'angle de l'écosystème, rappelant que la forêt fournit des biens et des services écosystémiques, tantôt selon l'angle des politiques et des stratégies avec des leçons apprises à partir des premières initiatives.

Le cinquième chapitre traite de la contribution des forêts dans l'atténuation des changements climatiques. En effet, la forêt, analysée comme un stock de carbone, un puit de carbone ou une source de carbone, est un élément clé pour l'évaluation de l'équilibre

carbone et les politiques basées sur le climat. L'atténuation du changement climatique est abordée selon trois principaux ensembles de politiques et de mesures, c'est-à-dire la gestion forestière durable, l'amélioration de la gouvernance forestière et l'engagement actuel dans le processus REDD+. Il y a aussi un nouveau courant de pensée en faveur des politiques traditionnelles qui en plus fournissent des services de régulation climatique comme co-bénéfices alors qu'elles internalisent les nouvelles initiatives internationales comme la REDD+. L'état et la mise en œuvre de la REDD+ en Afrique centrale, avec les leçons apprises depuis les premières initiatives d'atténuation et les défis restants auxquels la région doit faire face sont aussi décrits dans le chapitre.

Dans les pays du Bassin du Congo et étant donné qu'il y a urgence pour des actions à la fois d'atténuation et d'adaptation, le sixième et dernier chapitre analyse les synergies et les compromis entre l'adaptation, l'atténuation et les interventions de développement. Ce chapitre traite des prérequis politiques et institutionnels pour les synergies en Afrique centrale tout en soulignant l'importance des approches multisectorielles et les rôles des différents acteurs dans la conception et la mise en œuvre des actions appréhendant à la fois les résultats d'adaptation et d'atténuation. Les points d'entrée pour les synergies sont illustrés à travers la promotion des bénéfices carbone et non-carbone mis ensemble, et la nouvelle tendance vers les mécanismes conjoints d'adaptation et d'atténuation (JMA) proposés comme des alternatives à la REDD+ et non basés sur le marché.

CHAPITRE 1

IMPORTANCE DES FORÊTS D'AFRIQUE CENTRALE

Baptiste Marquant¹, Aline Mosnier², Blaise Bodin³, Hélène Dessard⁴, Laurène Feintrenie⁴, Quentin Molto¹, Valéry Gond⁴, Nicolas Bayol¹

Avec la contribution de: Ahmed Batti, Richard Eba'a Atyi, Jean-François Chevalier

¹FRMi, ²IIASA, ³UNEP-WCMC, ⁴CIRAD

1. Introduction

Les forêts tropicales constituent des réservoirs exceptionnels de carbone et de biodiversité. Depuis quelques décennies elles sont au cœur des enjeux internationaux sur le changement climatique. Le Bassin du Congo est le second plus grand écosystème forestier tropical après l'Amazonie, relativement conservé il joue un rôle important dans la régulation du système climatique continental et mondial.

Ces forêts d'Afrique centrale offrent des moyens de subsistance à 60 millions de personnes qui y vivent ou résident à proximité. Elles remplissent également des fonctions sociales et culturelles essentielles aux populations locales et autochtones et contribuent par ailleurs et plus indirectement à alimenter les 40 millions de personnes qui vivent dans les centres urbains proches de ces domaines forestiers (Nasi *et al.*, 2011 ; de Wasseige *et al.*, 2014). L'importance des forêts tropicales du Bassin du Congo a progressivement hissé ces écosystèmes au rang de bien commun de l'humanité et de nombreux accords multilatéraux tentent aujourd'hui d'encadrer la gestion et la préservation de ces milieux en partenariat avec les États.

Depuis les premiers travaux de terrain aux dernières avancées en technologies de la télédétection, l'état des lieux et les dynamiques des types de couverts forestiers tropicaux sont de mieux en mieux caractérisés. Ces connaissances essentielles représentent un prérequis nécessaire à la définition puis au suivi des politiques économiques et environnementales nationales et internationales, elles nécessitent des financements importants auxquels les

États seuls ne peuvent faire face. À titre d'exemple, le processus REDD+ dans lequel se sont engagés plusieurs pays du Bassin du Congo impose la mise en place d'un système intégré de Mesure, Notification et Vérification (MNV) des changements liés à la déforestation et/ou à la dégradation des forêts¹ et ceux résultants de l'amélioration du couvert forestier. Appréhender et cartographier les zones de changements de couvert forestier et plus globalement d'usages des terres est indispensable pour élaborer des politiques localement adaptées aux dynamiques en cours.

1 La définition de la « dégradation forestière » ou « dégradation des forêts » en forêt tropicale humide fait l'objet de nombreux débats entre experts et scientifiques dans lesquels cet article n'entrera pas



© Frédéric Sepulchre

Photo 1.1 : Le Padouk africain (*Pterocarpus sp.*), est une essence au bois rouge prisée par les exploitants forestiers

2. Types de forêts et couvert forestier en 2015

Le Bassin du Congo est composé schématiquement de cinq grands types de forêts :

- une zone centrale qui contient une immense forêt marécageuse, difficile d'accès, elle est mieux préservée que les autres types forestiers ;
- autour de cette cuvette centrale, il existe principalement une forêt dense humide plus ou moins fragmentée selon les dégradations, essentiellement d'origine anthropiques, subies par ces espaces ;
- au nord et au sud du Bassin du Congo s'étalent des forêts sèches issues d'anciennes forêts humides et qui sont composées d'arbres moins hauts ;
- en s'éloignant du centre du bassin, on trouve des mosaïques de forêts et de savanes dans

lesquelles des patches de forêts denses alternent avec des zones herbeuses ;

- enfin, les savanes arborées (savanes contenant des arbres isolés) couvrent de larges surfaces au nord du Cameroun et en RCA qui se dégradent vers le désert du Sahara et au sud de la RDC.

Une représentation graphique synthétique des grands espaces du Bassin du Congo et de leurs superficies est présentée dans la Figure 1.1, la forêt représente près de la moitié du Bassin du Congo (hors Tchad pays sahélien). Une cartographie plus précise des types de forêts du Bassin du Congo ci-dessus et des stocks de carbone associés est discutée plus loin dans ce chapitre (Figure 1.5).

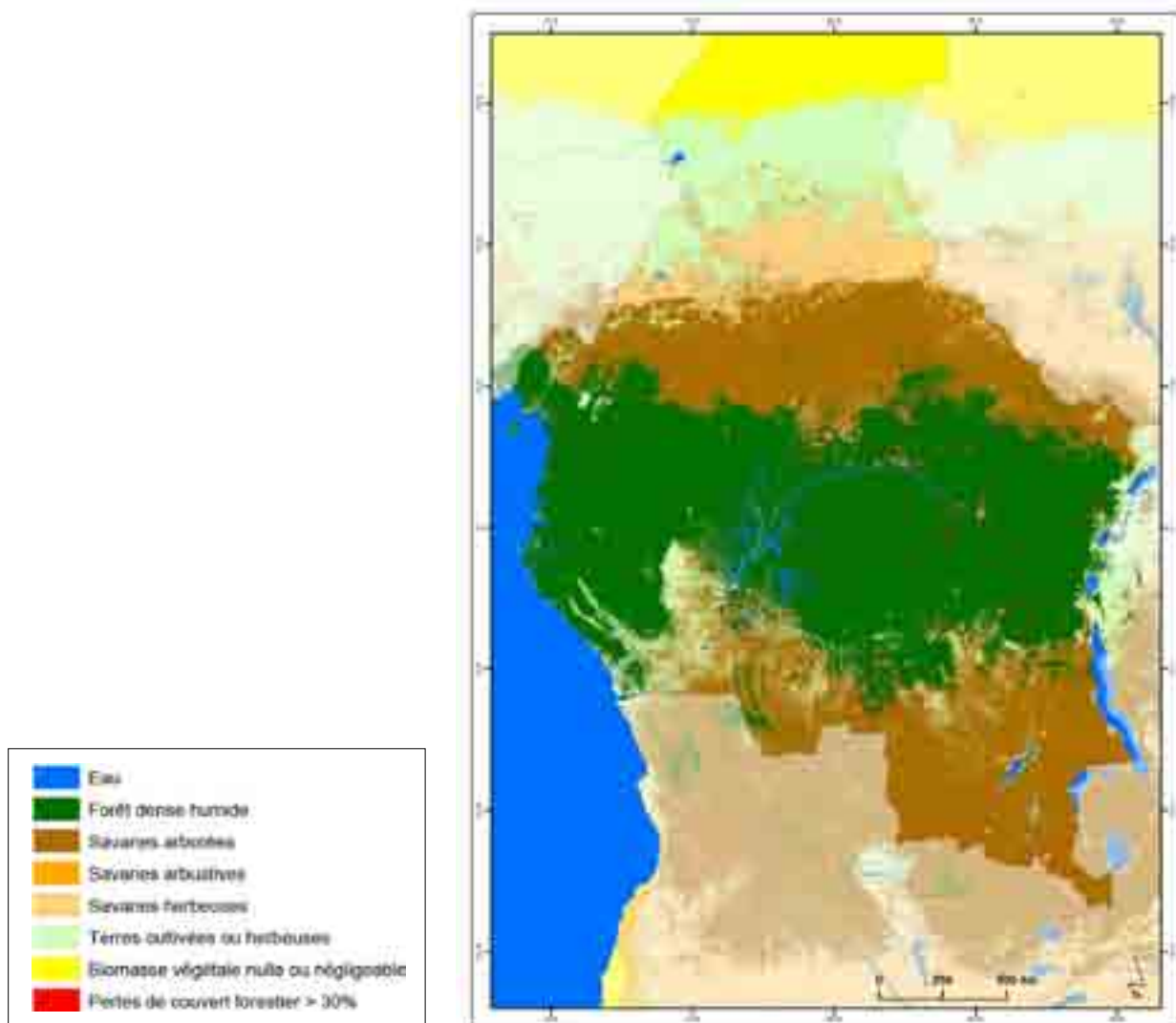


Figure 1.1 : Couverture forestière du Bassin du Congo et pertes de couvert entre 2000 et 2012 d'après les données de MODIS Land Cover Type product – MCD12Q1

Source : Hansen et al. (2013).

La couverture forestière est classiquement établie par suivi satellitaire, dans le Bassin du Congo et au fil des avancées technologiques, plusieurs initiatives ont vu le jour. Les approches de suivi satellitaire à l'échelle nationale présentent l'intérêt d'être généralement plus précises, mais en contrepartie rendent difficile une comparaison sous-régionale entre pays, notamment par manque d'unification sur la caractérisation et définitions cartographiques des termes employés. Le suivi satellitaire au niveau national est par ailleurs rarement exhaustif à l'échelle même des pays à cause de l'insuffisance des financements (Desclée *et al.*, 2014 in de Wasseige *et al.*, 2014).

Des évaluations de la couverture forestière sous-régionale dans le Bassin du Congo se développent depuis quelques années. Une technologie de cartographie exhaustive – *wall-to-wall* – qui nécessite des traitements d'images satellite importants avec des outils techniques avancés² apporte de premiers résultats et permet de suivre l'évolution de la perte de couvert forestier à l'échelle régionale : en rouge sur la Figure 1.1, les zones dont la perte de couvert forestier était supérieure à 30 % et qui ont subi une perturbation du peuplement entre 2000 et 2012 (Hansen *et al.*, 2013). Ce traitement de données permet d'estimer la déforestation entre 1999 et 2012 ainsi définie à près de 4,6 % du couvert forestier (forêt dense humide) restant en 2012.

Les recherches en cartographie du couvert forestier portent actuellement sur les traitements des signaux radars qui permettront d'interpréter les changements de couvert sans la limite de la couverture nuageuse, principale difficulté d'interprétation des photos satellites dans le Bassin du Congo. Une interprétation plus fine de la dégradation forestière selon les moteurs de déforestation est également en cours dans les travaux de recherche.

Parallèlement à la cartographie du couvert forestier, de nombreuses études permettent d'estimer les changements de couvert forestier sur l'ensemble du Bassin du Congo. Les données présentées ci-dessous sont issues de travaux réalisés dans le cadre de l'approche TREES/FRA, et de chaînes de traitements basées sur des images DMC, SPOT et Landsat TM dont la résolution est proche de 30m pour les trois types d'images (Rasi *et al.*, 2013). Ainsi, seuls de petits ilots de déforestation de tailles inférieures à 30m et non jointifs entre eux ont pu constituer des surfaces non détectées en changement de couvert forestier. Les superficies ainsi concernées sont supposées être faibles, mais elles constituent néanmoins la limite technique de cette étude.

La Figure 1.2 reprend les estimations du taux de déforestation par pays sur l'ensemble des forêts humides d'Afrique centrale entre 1990 et 2000, et entre 2000 et 2010. La déforestation brute ajoutée à la reforestation correspond à la déforestation nette. La tendance générale est une diminution du taux de déforestation qui passe de 0,19 % à 0,14 % pour l'ensemble des forêts humides du Bassin du Congo alors que la reforestation diminue et devient négligeable.

Une analyse similaire réalisée sur les forêts sèches d'Afrique centrale est présentée en Figure 1.3. Alors que la déforestation brute est comparable entre 1990 et 2000, et entre 2000 et 2010 (respectivement 0,36 % et 0,42 %), la reforestation diminue et passe de 0,14 % à 0,03 % entre ces deux périodes.

La dynamique du secteur privé dans le Bassin du Congo laisse présager une relance du processus de plantation. De premiers projets ont vu le jour au Gabon à l'initiative des sociétés telles que Lignafrica.

Tableau 1.1 : Occupation du sol et perte de couvert forestier des pays de l'espace COMIFAC

Strates	Surfaces km ² (Proportion %)	
	Avec Tchad	Sans Tchad
Eau	140 332 (3)	92 452 (3)
Forêt dense humide	1 707 185 (36)	1 706 256 (48)
Savanes arborées	1 167 234 (24)	1 143 835 (32)
Savanes arbustives	129 363 (3)	125 999 (4)
Savanes herbeuses	355 581 (7)	219 522 (6)
Terres cultivées ou herbeuses	508 291 (11)	225 217 (6)
Biomasse végétale nulle ou négligeable	782 585 (16)	71 463 (2)
TOTAL	4 790 571 (100)	3 584 744 (100)
Pertes de couvert forestier > 30 %	78 726 (4.6)	

2 Sur base d'images Landsat, des méthodes informatiques complexes faisant appel à de nombreuses données permettent d'interroger chaque pixel Landsat et de définir des couvertures forestières selon des seuils de valeurs affectés aux pixels Landsat pour des types de couverts forestiers caractérisés (Potapov *et al.*, 2012).

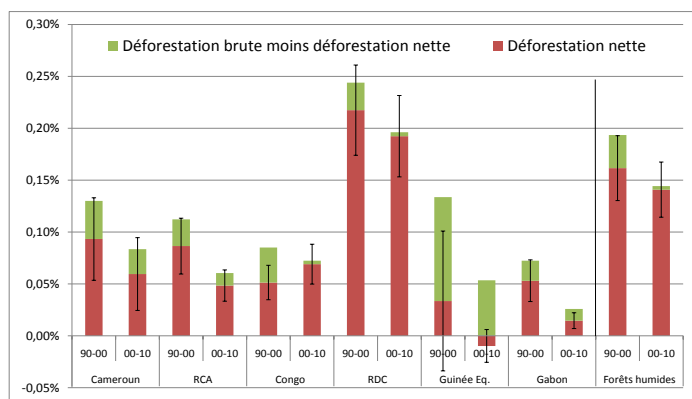


Figure 1.2: Taux annuels (bruts et nets) de déforestation des forêts humides d'Afrique centrale entre 1990 et 2000, et entre 2000 et 2010

Sources : UCL (1990-2000) et CCR (2000-2010) in de Wasseige et al. (2014) – Résultats préliminaires.

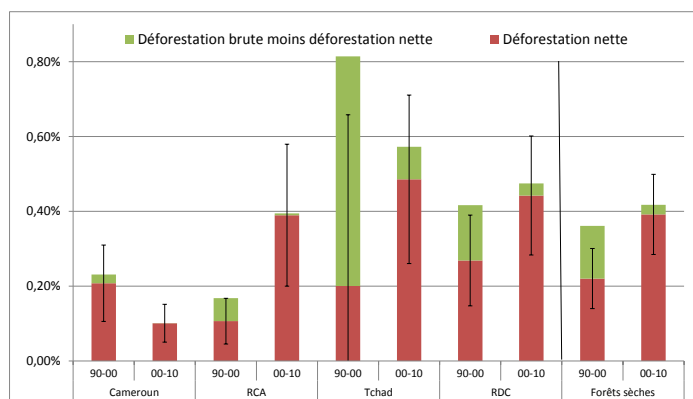


Figure 1.3: Taux annuels (bruts et nets) de déforestation des forêts sèches d'Afrique centrale entre 1990 et 2000, et entre 2000 et 2010

Sources : CCR in de Wasseige et al. (2014) – Résultats préliminaires.

L'état des lieux et la cartographie du couvert forestier du Bassin du Congo constituent de précieux outils d'aide à la décision pour l'élaboration et le suivi des politiques environnementales et climatiques. Cet outil, souvent statique par le passé, est aujourd'hui construit dans le cadre d'études des dynamiques de changement des couverts et d'usage des sols et permet de cibler les zones prioritaires d'intervention souhaitables pour les politiques publiques et accords

internationaux relatifs au climat. Cette cartographie des types de forêts et des menaces dont ils font l'objet pourrait jouer un rôle croissant dans le développement d'outils d'aménagement du territoire et de planification des usages des sols en accord avec les problématiques à la fois nationales et locales et dans le respect des engagements internationaux pris par les États.

3. Moteurs de déforestation et dégradation

Les programmes politiques définis par les États de la région visent l'émergence économique en 2025 (Programme Économique Régional de la CEMAC) ou 2030 et 2035 (RDC et Cameroun). Ces programmes reposent sur la poursuite de l'exploitation des ressources naturelles (bois, pétrole, minerais), la production agricole pour les besoins domestiques et pour l'exportation, ainsi que sur le renforcement des activités industrielles de transformation. Les forêts d'Afrique centrale ont été relativement bien préservées jusqu'à présent grâce à une pression démographique faible renforcée par l'exode rural, un accès difficile, une absence d'infrastructures de transport et de communication, et un climat des affaires peu propice à des investissements de long terme (Burgess et al., 2006; Megevand et al., 2013).

La stabilité politique et sociale relative de la dernière décennie dans certains pays de la sous-région a permis le développement de grandes infrastructures routières, l'électrification des principaux pôles urbains et sous-préfectures, et une amélioration du climat des affaires. Additionnés à ce contexte, les prix à la hausse des minerais et des produits agricoles sur le marché international au début des années 2000 ont fonctionné comme des incitations à l'investissement. Actuellement, l'agriculture paysanne, et dans une moindre mesure la collecte de bois énergie, sont reconnues comme étant les principaux moteurs de la déforestation dans le Bassin du Congo (Defourny et al., 2011).

3.1 Agriculture et agro-industries

Historiquement, l'agriculture concernait de grandes surfaces dans le Bassin du Congo. Les recherches actuelles, basées sur des phytolithes³ et des fragments de charbon ou d'outils utilisés par l'homme, démontrent qu'avant le commerce triangulaire et plus récemment l'exode rural massif vers les centres urbains, la très grande majorité des forêts d'Afrique centrale était parcourue de surfaces agricoles (Morin-Rivat, 2014).

L'agriculture communément pratiquée et répandue aujourd'hui dans la sous-région est de type familiale ou paysanne. Cette agriculture vivrière repose sur des champs associant diverses plantes comestibles annuelles et pluriannuelles (principalement : manioc, maïs, arachide, bananier plantain, légumes et tubercules) en rotation avec des jachères plus ou moins longues selon la disponibilité en terre (Meunier *et al.*, 2014 ; Feintrenie *et al.*, 2015). Les jachères peuvent ainsi durer plus de 20 ans dans les régions forestières les moins peuplées, ou être réduites à moins de 3 ans dans les régions où l'accès à la terre est devenu compétitif (Feintrenie *et al.*, 2015). Aux marges forestières certaines terres arables sont maintenant cultivées en continu.

L'agriculture vivrière itinérante sur brûlis est une cause de dégradation des forêts, mais ne peut conduire à une déforestation qu'au-delà d'une pression démographique estimée dans le Bassin du Congo à 8 hab/km² (Desclée *et al.*, in de Wasseige *et al.*, 2014). À partir de cette densité de population les agriculteurs se voient obligés de réduire les durées de jachère pour augmenter leur production et à minima répondre au besoin alimentaire des habitants.

La stabilisation de l'agriculture itinérante et l'arrêt de la pratique du feu de nettoyage pourraient diminuer l'impact de cette activité sur le couvert forestier et limiter la libération de carbone dans l'atmosphère. Les techniques d'intensification écologique de l'agriculture peuvent apporter des solutions dans ce sens. Elles reposent sur un travail du sol limité et superficiel, le maintien d'une protection sur le sol soit par plante de couverture soit par humus ou paillis, et l'amélioration de la fertilité du sol par une association réfléchie d'espèces végétales et de rotations. Ces trois principes sont ceux de l'agriculture de conservation (Corbeels *et al.*, 2014) et sont également utilisés dans les systèmes agroforestiers (Nair, 1985). Plusieurs projets de recherche appliquée ont été menés pour adapter ces techniques aux spécificités de l'agriculture en milieu forestier tropical

dense humide et également en lien avec la problématique de la production de bois-énergie. C'est le cas notamment du projet Makala en RDC (Marien *et al.*, 2013) et d'autres dans le Bassin Amazonien (Sist *et al.*, 2014). Ces techniques de production nécessitent cependant d'être encore testées, évaluées voire vulgarisées pour dépasser le stade du projet de recherche et devenir plus opérationnelles dans les agricultures familiales du Bassin du Congo.

L'agriculture familiale ne se limite pas à la production de denrées alimentaires pour la famille du producteur. L'accroissement de la population urbaine se traduit par un besoin grandissant en denrées alimentaires et incite les paysans bénéficiant d'une filière de commercialisation à augmenter leurs productions. Il est alors question d'agriculture familiale ou d'agriculteurs patronaux non-industriels, œuvrant dans l'agriculture vivrière, la culture de palmiers à huile ou de cacaoyers principalement. Les problèmes majeurs posés par cette forme d'agriculture de rente non-industrielle sont plus d'ordre social qu'environnemental : accaparement des terres par les élites (Pédelahore, 2012 ; Ndjogui et Levang, 2013) ou occupation de parties d'unités forestières d'aménagement hors du contrôle de l'État et des concessionnaires forestiers.

L'agriculture industrielle en Afrique centrale est dominée par des investissements européens, asiatiques et domestiques, et concerne principalement les filières huile de palme, caoutchouc naturel, banane et sucre de canne (Feintrenie, 2014). La majorité des



Photo 1.2: Agriculture familiale itinérante

3 Les phytolithes sont des microfossiles micrométriques de cellules végétales conservées par des précipitations de concrétions minérales du temps de leur vivant.

Photo 1.3: Plantation industrielle de palmiers à huile



plantations industrielles ont été installées initialement entre 1910 et 1960. Certaines sont aujourd'hui à l'abandon en attente d'un repreneur, alors que d'autres sont en cours de replantation, mais peu ont bénéficié d'une exploitation continue et ont été entretenues.

Du fait de cet héritage, les plantations industrielles n'ont pas causé de déforestation importante jusqu'à récemment. Cependant cette situation est en train de changer avec l'attribution de nouvelles concessions dans des zones forestières. Ainsi, des

unités forestières d'aménagement ou parties d'unités sortent du domaine forestier permanent pour être converties en zones agricoles. Cette conversion se traduit par la déforestation des espaces ainsi attribués. Il existe néanmoins des exemples de réussite de projets agro-industriels à l'instar de certaines activités minières. Ceux-ci sont portés par des entreprises qui respectent les réglementations nationales et mettent en œuvre des politiques de responsabilité sociale et environnementale voire qui s'engagent dans des certifications (Feintrenie *et al.*, 2014).

3.2 Activités minières

Le continent africain renfermerait 30 % des réserves mondiales de minerais et dont on peut estimer qu'au moins 60 % se situeraient dans le sous-sol forestier du Bassin du Congo (Edwards *et al.*, 2014).

À l'instar d'autres ressources naturelles, l'exploitation industrielle minière s'opère par l'octroi de permis. Des permis miniers d'exploration ont été massivement accordés par les pays d'Afrique centrale et recouvrent ainsi de grandes parties des forêts denses déjà attribuées à des concessionnaires forestiers, à des communautés villageoises, ou simplement de conservation. Afin de limiter les conflits fonciers, des cadres de concertation

impliquant toutes les parties prenantes (forestiers, miniers, population locale, État) sont parfois mis en place pour négocier des compensations à la fois sociales, économiques et écologiques acceptables par les autres usagers des terres. Les principes des mécanismes de compensation sont intégrés dans des normes et standards internationaux (PS6, BBOP) qui guident ou contraignent les bonnes pratiques de l'activité minière. Ces normes et standards ne sont pas inscrits dans les législations nationales et peuvent apparaître à ce titre comme basés sur le volontariat des opérateurs miniers. Néanmoins, certaines institutions financières accordent leurs prêts et réduisent d'autant leurs taux d'intérêt que ces entreprises fournissent des études d'impacts sérieuses et mettent en œuvre une politique de compensation écologique conforme à certains de ces standards internationaux (Quétier *et al.*, 2015). Le développement d'activités minières à l'échelle industrielle étant fortement contraint par l'accès aux capitaux, les financements conditionnels et les exigences des standards internationaux peuvent constituer un levier important pour la mise en place d'un certain niveau de compensation sociale et environnementale.

Les impacts directs de l'exploitation industrielle peuvent être relativement réduits alors que les impacts indirects sur la forêt et les sociétés qui en vivent peuvent être considérables. Les impacts directs concernent le déboisement et les diverses pollutions touchant essentiellement le système hydrique, l'air et les terres. Les impacts indirects résultent de la construction des infrastructures de transport des minerais et de l'énergie et de l'implantation des bases vie nécessaires au fonctionnement de la mine. Ainsi, l'activité minière rend accessible des zones de forêts relativement intactes à des



Photo 1.4: Illustration d'impacts d'activité minière artisanale

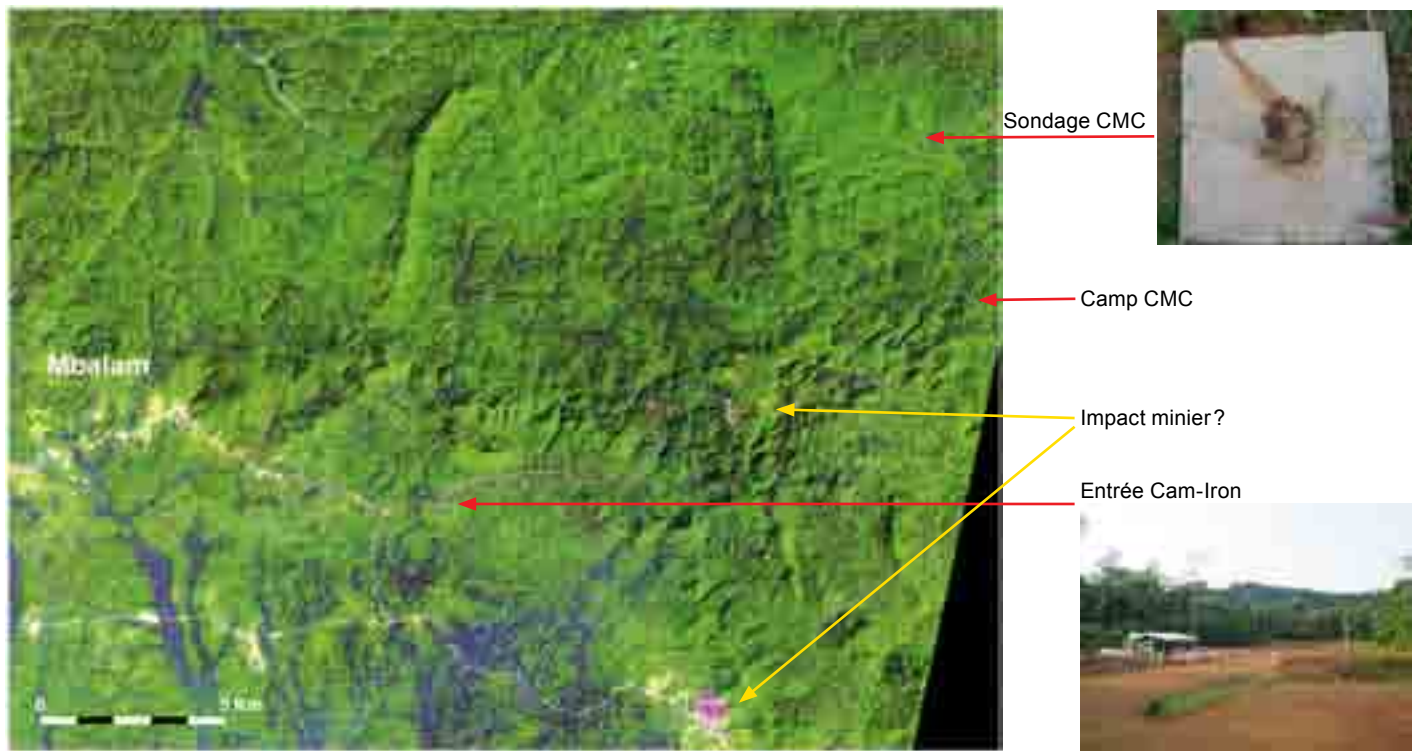


Figure 1.4: Cartographie d'impact dans une mine au sud-est du Cameroun

Source: Gond, 2013 (Landsat 8 du 17 décembre 2013).

populations qui, non seulement peuvent espérer trouver un emploi au sein de l'entreprise minière, mais aussi développer des activités agricoles sur de nouvelles terres et exercer une plus grande pression sur les ressources bois énergie et faune sauvage.

En résumé, si le déboisement est relativement faible pour accéder au gisement (Photo 1.4), les effets de la dégradation et de la déforestation induits par l'exploitation peuvent être importants, et ce d'autant plus que les zones sont administrativement désertées. De nombreux services écosystémiques délivrés par la forêt seront ainsi dégradés par l'exploitation minière et, de ce fait, il se pose une question loin d'être résolue par la communauté scientifique: comment mesurer en termes

monétaires la dégradation des services dans le pas de temps de l'exploitation d'une mine par rapport aux profits financiers espérés de celle-ci? Quelle analyse comparée coûts/bénéfices de l'exploitation minière et des autres services écosystémiques peut permettre d'intégrer ces échelles de temps et dégradations possibles?

En réalité peu de projets miniers industriels ont pu débiter en 2015 dans les forêts du Bassin du Congo et cela pour des raisons financières, administratives et de volatilité des cours des minerais qui découragent l'investissement. Dans la dynamique actuelle, ce constat pourrait être à pondérer d'ici quelques années.



Photo 1.5: Mine industrielle 50 ans après exploitation en RDC



Photo 1.6: Le coltan et la cassitérite sont surtout extraits par des creuseurs artisanaux (Est de la RDC)

Parallèlement à l'exploitation industrielle, il existe une exploitation artisanale essentiellement d'or et de diamants qui est de longue date implantée

3.3 Exploitation forestière et dégradations planifiée et non planifiée

Dans les pays du Bassin du Congo, l'exploitation de bois d'œuvre est classiquement rendue possible par l'attribution de permis d'exploitation. Au-delà d'une certaine surface, les concessions forestières titulaires de ces permis doivent disposer de plans d'aménagement pour permettre de gérer durablement la ressource forestière. Si ce type d'exploitation peut provoquer une dégradation localisée du couvert forestier, elle ne peut être considérée comme activité majeure de déforestation en raison des faibles densités d'exploitation concentrée sur quelques espèces à haute valeur commerciale (Desclée *et al.*, in de Wasseige *et al.*, 2014).

En extrapolant les résultats d'études en cours en RDC sur des concessions forestières (FORAFAMA et Carbon Map and Model), on estime à 7 % la surface d'une concession dégradée par les routes nécessaires à évacuer les bois en forêt et à 0,5 % par l'abattage des arbres l'année d'exploitation (une année sur 30 si la rotation est fixée à 30 ans). Par ailleurs, la régénération du couvert suivant l'exploitation, la vulgarisation des méthodes d'exploitation forestière à impact réduit⁴ et le développement de certifications légales ou durables des concessions limitent cet impact de dégradation sur les surfaces exploitées pour la production de bois d'œuvre.

dans certains massifs forestiers. Même très dispersée et localisée, elle les dégrade de façon importante, peut-être davantage que l'exploitation industrielle selon les observateurs de terrain. Dans le secteur minier, l'attrait de profits rapides est à l'origine des activités artisanales généralement illégales pratiquées par les populations les plus pauvres (Hammond *et al.*, 2007). Ces activités minières artisanales sont réalisées dans de très mauvaises conditions de travail et laissent les portes ouvertes aux dégradations sociales et sanitaires.

Aujourd'hui il existe peu de documentation sur les petites exploitations minières et aucune étude ne couvre les zones forestières d'Afrique centrale alors que ces activités peuvent causer, à l'image du bassin forestier amazonien, de nombreuses dégradations environnementales et des pollutions importantes des rivières dues à des techniques inappropriées (Gond et Brognoli, 2005).

En résumé, 49 millions d'hectares de forêt sont attribués en concessions forestières dans le Bassin du Congo. Si ces concessions sont gérées durablement sur la base des plans d'aménagement, ils seront à l'abri de la déforestation mais resteront sous la menace de la dégradation forestière qui peut en partie se résorber à l'échelle de la rotation de 25 à 30 ans. Néanmoins, force est de constater que l'ensemble de l'exploitation forestière dans les pays du Bassin du Congo ne se fait pas à ce jour sous plan d'aménagement. Dans la région, 40 % des concessions sont déjà aménagées, mais il faudra atteindre 100 % à moyen terme. Le Tableau 1.2 présente une synthèse de l'avancement des concessions forestières dans l'aménagement durable et la certification de légalité ou de gestion durable.

À l'encontre de la dynamique d'aménagement, l'ensemble du massif forestier est à divers niveaux en proie à l'exploitation illégale qui, selon les pays, provoque une plus grande dégradation voire déforestation que l'exploitation légale.

⁴ L'exploitation forestière à impact réduit (EFIR) s'attache à améliorer les techniques d'exploitation forestière, notamment en diminuant les largeurs de routes primaires, secondaires ou de débusquages et en contrôlant les directions d'abattage des arbres.

Tableau 1.2: Superficies des concessions forestières totales, aménagées et certifiées

Pays	Concessions forestières			Concessions aménagées		Concessions certifiées	
	Superficie (ha)	Nombre	Superficie moyenne (ha)	Superficie (ha)	%(1)	Superficie (ha)	%(2)
Cameroun	7 058 958	111	63 594	5 071 000	72 %	2 393 061	34 %
Congo	12 600 221	51	247 063	3 504 159	28 %	2 584 813	21 %
Nord-Congo	5 822 597	14	415 900	3 504 159	60 %	2 584 813	44 %
Sud-Congo	6 777 624	37	183 179	0	0 %	0	0 %
Gabon	14 272 630	150	95 151	7 181 420	50 %	2 435 511	17 %
Guinée Équatoriale	0	0		0		0	
RCA	3 058 937	11	278 085	3 058 937	100 %	0	
RDC	12 184 130	80	152 302	0	0 %	828 033	7 %
Total	49 174 876	403	247 063	18 815 516	38 %	8 241 418	17 %

(1) % de la superficie de concessions – (2) Certificats FSC, OLB et TLTV

Sources: WRI, 2011 (Cameroun); Gally et Bayol, 2013 (Congo); Projet PAPPFG (Gabon); Projet AGEDUFOR (RDC); Projet ECOFORAF (RCA et certifications).

4. Types de forêts et stock de carbone

4.1 Stocks et dynamiques du carbone forestier

À dire d'experts⁵ (Ciais *et al.*, 2014), l'atmosphère terrestre contient environ 830 Gt de carbone. On estime que la végétation, les sols et les détritiques stockent 2 400 Gt de carbone, ce stock est faible devant les océans profonds (37 100 Gt) et les énergies fossiles (1 000 Gt). Cependant les forêts représentent un enjeu majeur du fait de leur dynamique relativement rapide de stockage carbone (en comparaison avec les autres formes de stocks) et du rôle prépondérant des facteurs anthropiques dans les fluctuations positives ou négatives du couvert forestier.

Les forêts tropicales peuvent être une source de gaz à effet de serre importante, les émissions associées à la déforestation à l'échelle mondiale sont estimées à près de 1,6 Gt/an, soit près de 20 % des émissions de gaz à effet de serre globales. Les moteurs de la déforestation associés dans le Bassin du Congo ont été évoqués précédemment et leur résultante est à l'origine de déstockages importants de carbone forestier.

Au contraire, il est possible, sinon de mettre en conservation totale les espaces forestiers, de promouvoir des méthodes d'exploitation plus respectueuses permettant de maintenir le stock global de carbone à l'échelle des écosystèmes forestiers. Dans cette démarche, la régénération de zones dégradées, la

reboisement ou d'autres pratiques sylvicoles appropriées peuvent conduire à augmenter la quantité de carbone stockée et pourraient contribuer à modérer les émissions de GES des autres réservoirs de carbone (notamment fossiles) ou d'activités induisant la déforestation ou dégradation.

Les forêts tropicales peuvent aussi évoluer naturellement sous l'effet de facteurs environnementaux. Selon les types de forêt, le changement climatique pourrait augmenter la mortalité des arbres ou modifier la composition spécifique de ces types de forêts. Les changements climatiques pourraient menacer des stocks importants de carbone forestiers tropicaux (voir le Chapitre 2 sur les approches évolutives des forêts du Bassin du Congo selon le climat). À l'inverse, l'augmentation des températures et du CO₂ atmosphérique pourraient améliorer les fonctions de stockage du carbone par les plantes. Cette problématique de résilience est majeure dans les recherches actuelles sur les forêts tropicales: comment les forêts vont-elles répondre aux changements climatiques et quelle évolution des stocks de carbone associés est à prévoir?



Photo 1.7: Le Parasolier (*Musanga cecropioides*) en avant-plan, est une espèce caractéristique des forêts secondaires jeunes

⁵ Les chiffres présentés dans ce paragraphe sont estimés et présentent des variabilités importantes selon les sources. L'objectif est ici de présenter des ordres de grandeur et non des données précises.



Photo 1.8: L'Ozouga (*Sacoglottis gabonensis*) est un géant des forêts côtières

6 La typologie est basée sur les résultats des travaux de recherche cités et des analyses d'inventaires forestiers d'aménagement de concessions forestières du Bassin du Congo.

4.2 Estimation actuelle des stocks de carbone forestier et types forestiers

Le Bassin du Congo est couvert d'une forêt continue qui s'étend du Golfe de Guinée à l'Est à la vallée du rift à l'Ouest. À dire d'experts également, les forêts de l'Afrique sub-saharienne représentent 10 à 20 % du stock de carbone végétal mondial. Cette forêt n'est pas uniforme et contient différents types forestiers qui abritent des espèces d'arbres diverses et présentent des enjeux propres en termes d'exploitation et de conservation. S'il est possible de quantifier de grands ensembles en termes de quantités de carbone forestier stocké (présenté ci-dessous), l'état actuel des recherches ne permet pas d'établir de corrélations précises entre les gradients de carbone et les types de forêts dans le Bassin du Congo. Des études de biomasse à l'échelle du Bassin du Congo sont actuellement en cours (Shapiro et Saatchi, 2014) pour compléter les visions à échelle globale développées par de précédentes analyses (Saatchi *et al.*, 2011).

Une typologie des forêts et du stockage de carbone associé peut-être construite⁶:

- la zone centrale contient une immense forêt marécageuse difficile d'accès et par conséquent mieux préservée. Elle s'étale sur un long réseau fluvial dense et se situe en partie sur des sols inondés. Dans ces forêts, le stock de carbone est de l'ordre de 100 à 150 tonnes par hectare;

- dans le reste de la RDC, au Cameroun, Gabon et en Guinée équatoriale, il s'agit principalement de forêt dense humide, plus ou moins fragmentée à proximité des villages et le long des routes. Les techniques actuelles d'exploitation de données satellitaires permettent de quantifier de manière de plus en plus précise les dégradations subies par ces zones: entre forêt «intacte», jachères, plantations. Ces forêts, quand elles sont non perturbées, peuvent stocker jusqu'à 200 tonnes de carbone par hectare;

- au nord et au sud du Bassin (sud de la RDC, sud de la RCA), on trouve des forêts sèches. Elles sont principalement issues d'anciennes forêts humides et présentent des arbres moins hauts et des stocks de carbone moins importants qui sont de l'ordre de 150 tonnes par hectare;

- en s'éloignant encore du centre du Bassin, on trouve des mosaïques de forêts et de savanes dans lesquelles des patches de forêts denses alternent avec des zones herbeuses, ces types de végétation stockent des quantités inférieures à 100 tonnes de carbone par hectare;

- enfin, les savanes arborées (savanes contenant des arbres isolés) couvrent de larges surfaces au nord du Cameroun, en RCA et au sud de la RDC et stockent de faibles quantités de carbone inférieures à 50 tonnes par hectare.

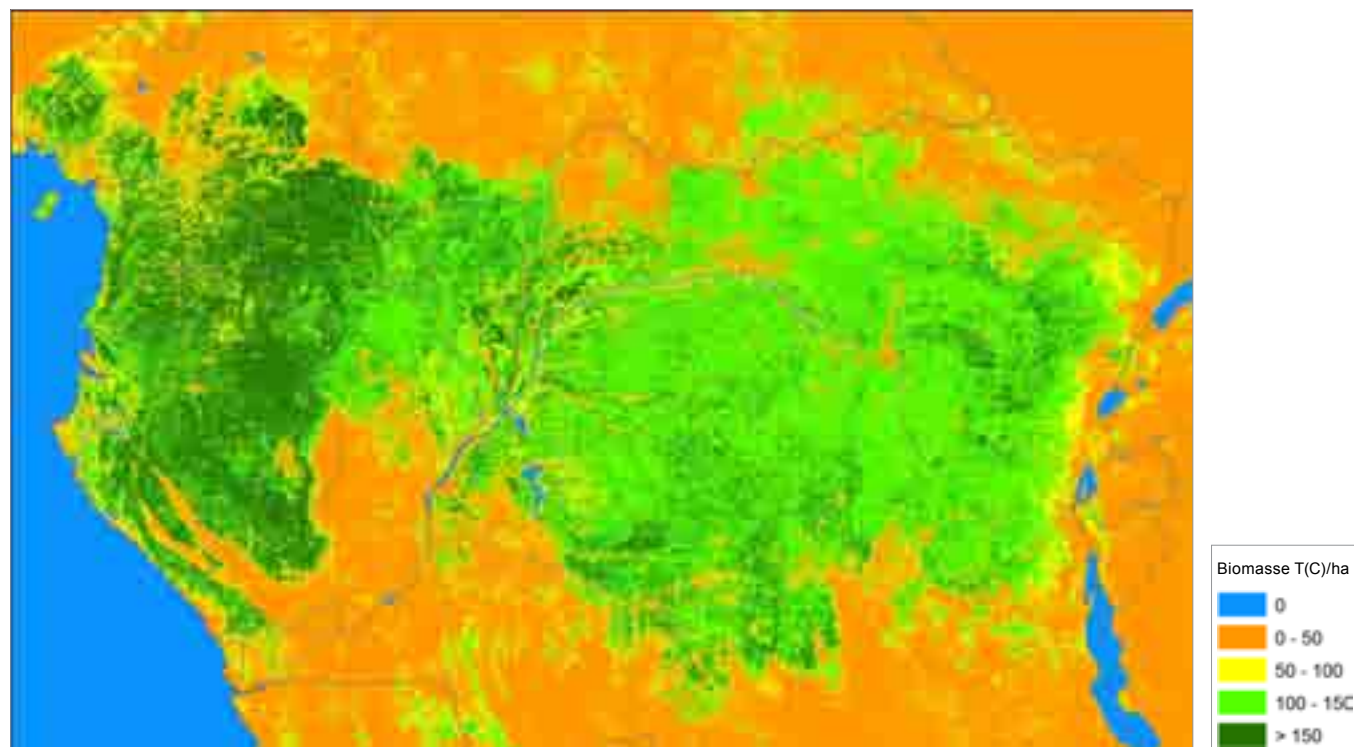


Figure 1.5: Répartition des stocks de biomasse des principaux types de forêts du Bassin du Congo

Source: Saatchi *et al.* (2011)

5. Autres bénéfices que le carbone issu de la forêt

Cependant, le stockage du carbone n'est pas le seul service écosystémique rendu par ces forêts. L'optimisation du stockage de carbone ne doit pas se faire au détriment de la biodiversité, au prix de l'introduction d'espèces exotiques, ou sans respect des utilisations traditionnelles qui en sont faites par les populations locales et autochtones. L'ensemble des biens et services propres à chaque type de forêt doivent être considérés et étudiés en amont des politiques d'aménagement des territoires.

Les négociations sur la REDD+ au sein de la Convention-Cadre des Nations-Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) et les nombreuses déclinaisons de ce mécanisme sous forme de projets sur le terrain ont récemment focalisé l'attention sur le carbone dans la gestion des forêts tropicales. Cependant, les forêts offrent de nombreuses autres fonctions au-delà de celles de puits et de stock de carbone ou de production de bois d'œuvre, appelées communément «services écosystémiques», tels que la fourniture de Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL), le contrôle de l'érosion des sols et de la sédimentation, la régulation de la qualité de l'eau ou du climat local, etc. Ces services sont d'une grande importance pour la subsistance de certaines populations et leur cadre de vie, et apportent une diversification des sources de revenus au niveau local et national.

La priorité actuellement accordée à l'émergence économique dans les politiques nationales de la sous-région⁷ pourrait apparaître à première vue comme allant à l'encontre du maintien du couvert forestier. Cependant, la perte du couvert forestier est généralement associée à une plus grande vulnérabilité des sols à l'érosion, susceptible d'affecter la qualité de l'eau, conduire dans certaines zones à l'envasement des cours d'eaux navigables, ou encore endommager les turbines ou réduire la capacité des réservoirs de certains barrages (Bernard *et al.*, 2009). Il est donc possible que la déforestation et la dégradation des forêts puissent, à terme, avoir des effets négatifs sur la production d'énergie hydroélectrique ou sur le secteur agricole et entravent les ambitions de la sous-région quant au déploiement de ces secteurs stratégiques pour le développement.

Par ailleurs, un certain niveau de déforestation entraîne également une réduction de l'évapotranspiration qui est l'un des moteurs du cycle hydrologique. Une grande partie des précipitations de la région proviennent du recyclage de l'humidité des forêts

(Brummett *et al.*, in de Wasseige *et al.*, 2009) : la diminution du couvert forestier pourrait influencer le climat à l'échelle locale et régionale au-delà des émissions de carbone qui contribuent au réchauffement global (voir Chapitre 3).

L'exploitation forestière légale pour le bois d'œuvre dans les concessions forestières du Bassin du Congo représente une part importante du revenu des États. Elle est par exemple le second pilier de l'économie de la République du Congo et représente de 2 à 6 % du PIB national selon les années. Les concessionnaires entreprennent également, dans le cadre de l'aménagement forestier ou du processus de certification de leur exploitation, des réalisations sociales pérennes (écoles, centre de santé, routes, emplois, etc.) en faveur des populations locales et autochtones, ils participent ainsi en partie à la redistribution des revenus issus de l'exploitation forestière. Les enjeux de gestion durable des ressources forestières qui se caractérisent dans le Bassin du Congo par l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'aménagement, laissent envisager une source économique à moyen et long terme pour les États, au contraire de l'exploitation des ressources non renouvelables (pétrole, minerais, etc.).

Les plantations forestières sont actuellement peu développées dans le Bassin du Congo, notamment en raison des investissements importants nécessaires à initier une plantation d'espèces à haut potentiel génétique ainsi qu'au risque pays sur la durée d'une rotation supérieure à la dizaine d'années. Néanmoins, cette branche du secteur forestier pourrait se développer dans les décennies à venir et jouer un rôle plus important dans les économies nationales. Le développement des plantations forestières permettraient par ailleurs de faciliter l'accès aux populations vivant dans les pays producteurs en ressources de bois d'œuvre, de bois de service ou encore de bois énergie qui devient de plus en plus rare et onéreux à proximité des grands centres urbains d'Afrique centrale.

En complément de l'exploitation forestière, une part importante de la population du Bassin du Congo continue de dépendre de la forêt pour le maintien de son mode de vie et la diversification de leurs sources de revenus. Les PFNL⁸, le bois-énergie, ou encore le bois d'œuvre artisanal contribuent aussi d'une manière significative à la subsistance locale et aux économies nationales de la sous-région (Ingram *et al.*, in de Wasseige *et al.*, 2012). Le marché combiné du bois de chauffe et du charbon de bois pour la seule ville de Kinshasa est estimé à 143 millions de dollars

7 Notamment Cameroun : Vision Cameroun 2035 http://www.minepat.gov.cm/index.php/en/modules-menu/doc_download/106-vision-2035-du-cameroun ; République Démocratique du Congo : Document de la Stratégie de la Croissance et de la Réduction de la Pauvreté II (2011) http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Project-and-Operations/RDC_-_2011-2015_-_Document_de_strat%C3%A9gie_de_r%C3%A9duction_de_la_pauvret%C3%A9.pdf ; République du Congo : Document de Stratégie pour la Croissance, l'emploi et la Réduction de la Pauvreté (DSCERP 2012-2016) <http://www.afdb.org/fr/documents/document/congo-document-de-strategie-pour-la-croissance-lemploi-et-la-reduction-de-la-pauvrete-dscerp-2012-2016-30118/>

8 Les PFNL parmi les plus utilisés dans la sous-région sont la viande de brousse, les chenilles et le Gnetum (*Gnetum Africanum*)



© Carlos de Wasseige

Photo 1.9: Prélèvement de bois de feu dans la campagne burundaise

et emploierait environ 300 000 personnes (Schure *et al.*, 2011). La viande de brousse procure une source de protéines au moindre coût pour de nombreux ménages ruraux, elle est par ailleurs transportée sur de longues distances pour être vendue sur les marchés urbains (Bowen-Jones *et al.*, 2002). Sa consommation a été estimée entre 1,1 et 1,7 millions de tonnes par an en RDC (CIFOR, 2007). Les chenilles et les feuilles de *Gnetum africanum* sont une source indispensable de protéines et oligoéléments pour certaines populations et par ailleurs très appréciées par celles-ci, ce qui leur confère une valeur commerciale élevée (Hoare, 2007). Les forêts du Bassin du Congo jouent aussi un rôle important dans la médecine traditionnelle. Il est ainsi estimé que 90 % de la population en RDC a recours aux plantes médicinales issues de la forêt pour se soigner (Ingram, 2009), les écosystèmes forestiers peuvent également recenser des molécules utiles au développement de traitements dans la médecine moderne. Malgré la difficulté d'obtenir des estimations de la valeur économique de certains produits, ceux-ci remplissent parfois un rôle important dans les modes de vie des populations.

Les forêts du Bassin du Congo constituent le lieu de vie de plus de 150 groupes ethniques différents (Megevand *et al.*, 2013). Certains espaces ou « forêts sacrées » représentent des valeurs culturelles

et religieuses de première importance pour de nombreuses communautés d'Afrique centrale. La grande variété des écosystèmes forestiers complexes abritent de nombreuses espèces. Ainsi, la sous-région concentre 1 300 espèces d'oiseaux, 336 espèces d'amphibiens et 400 espèces de reptiles. 20 000 espèces de plantes y sont répertoriées dont 8 000 environ sont endémiques (Billand, in de Wasseige *et al.*, 2012) et 32 « écorégions »⁹ ont été classifiées. Ces écosystèmes sont inégalement exposés à la conversion ou à la dégradation, du fait des degrés variés de pressions qui s'y exercent et d'un réseau d'aires protégées à la représentativité irrégulière (Bodin *et al.*, 2014) bien que très étendu à l'échelle de la sous-région (Tableau 1.3). Il est démontré que ces espaces abritant des espèces emblématiques (bonobo, éléphants, gorilles, etc.), lorsque certaines conditions d'accès et d'accueil sont réunies (Wilkie et Carpenter, 1999), peuvent permettre le développement d'activités d'écotourisme. Ces activités peuvent générer des revenus économiques conséquents : les retombées économiques directes du tourisme de gorilles dans les parcs nationaux de Kahuzi-Biega et Virunga en RDC (coût d'accès et autres dépenses, salaire des guides, etc.) étaient supérieures à 800 000 dollars par an en 1990 (Weber, 1998), avant que les conflits ne requièrent la fermeture des parcs.

Tableau 1.3: Aperçu des aires protégées présentes dans les pays forestiers du Bassin du Congo

Pays	Nombres d'aires protégées	Surface (ha)	Proportion du territoire national (%)
Cameroun	30	3 825 024	8,1
Congo	15	3 992 422	11,7
RCA	16	7 014 500	11,3
RDC	51	26 415 737	11,3
Gabon	18	3 459 542	12,9
Guinée équatoriale	13	591 000	21,1
Total	143	45 298 225	11,1

Source: Doumenge *et al.* (2015)

9 « Ecorégion » : une classification des écosystèmes à l'échelle mondiale (Olson *et al.*, 2001)

10 Garanties : Mesures qui soient compatibles avec la préservation des forêts naturelles et de la diversité biologique, en veillant à ce que les activités REDD+ ne se prêtent pas à une conversion des forêts naturelles mais incitent plutôt à protéger et à conserver ces forêts et les services rendus par leurs écosystèmes, ainsi qu'à renforcer d'autres avantages sociaux et environnementaux

Une dimension importante de la notion de service écosystémique est que les bénéficiaires des services rendus par un écosystème en un lieu donné se retrouvent à différentes échelles. Le même hectare de forêt confère des bénéfices localement, à travers par exemple la fourniture de produits forestiers ligneux et non ligneux, mais également au niveau mondial de par le carbone que ces forêts contiennent et continuent d'absorber ou de par la valeur d'existence de

la biodiversité qui y est présente. L'accent mis sur la réalisation d'un service à une échelle donnée peut avoir des impacts, négatifs ou positifs en fonction des cas, sur la réalisation d'autres services ou sur la viabilité économique des choix d'aménagement du territoire afférent. Ce problème est illustré par le rôle central que le carbone a récemment occupé dans les efforts de gouvernance des forêts au niveau mondial au détriment d'autres services écosystémiques.

En prenant acte des risques potentiellement associés à une gestion des forêts uniquement axée sur le carbone, les parties à la CCNUCC ont édicté en 2010 un ensemble de «Garanties» que les pays voulant obtenir des paiements basés sur les résultats se doivent de «promouvoir et respecter» (CCNUCC, 2010). Ces garanties couvrent des aspects variés liés aux risques mais aussi aux bénéfices additionnels que la REDD+ pourrait engendrer, soulignant en particulier «les bénéfices liés à l'existence de fonctions multiples des forêts et leur importance pour la conservation de la biodiversité»¹⁰.

L'analyse cartographique thématique de ces bénéfices est un des outils qui peut permettre de déterminer les zones les plus susceptibles de comporter des risques et celles propices aux synergies entre différentes actions associées de valorisation des services écosystémiques. La carte de la Figure 1.6 illustre une possible représentation graphique de la combinaison d'informations sur le carbone avec des informations sur la richesse en espèces menacées. Bien que l'analyse à l'échelle régionale de cette carte offre une compréhension générale des différents contextes à travers la région, des analyses plus détaillées sont nécessaires pour informer la conception de politiques appropriées au niveau national et sous-national.

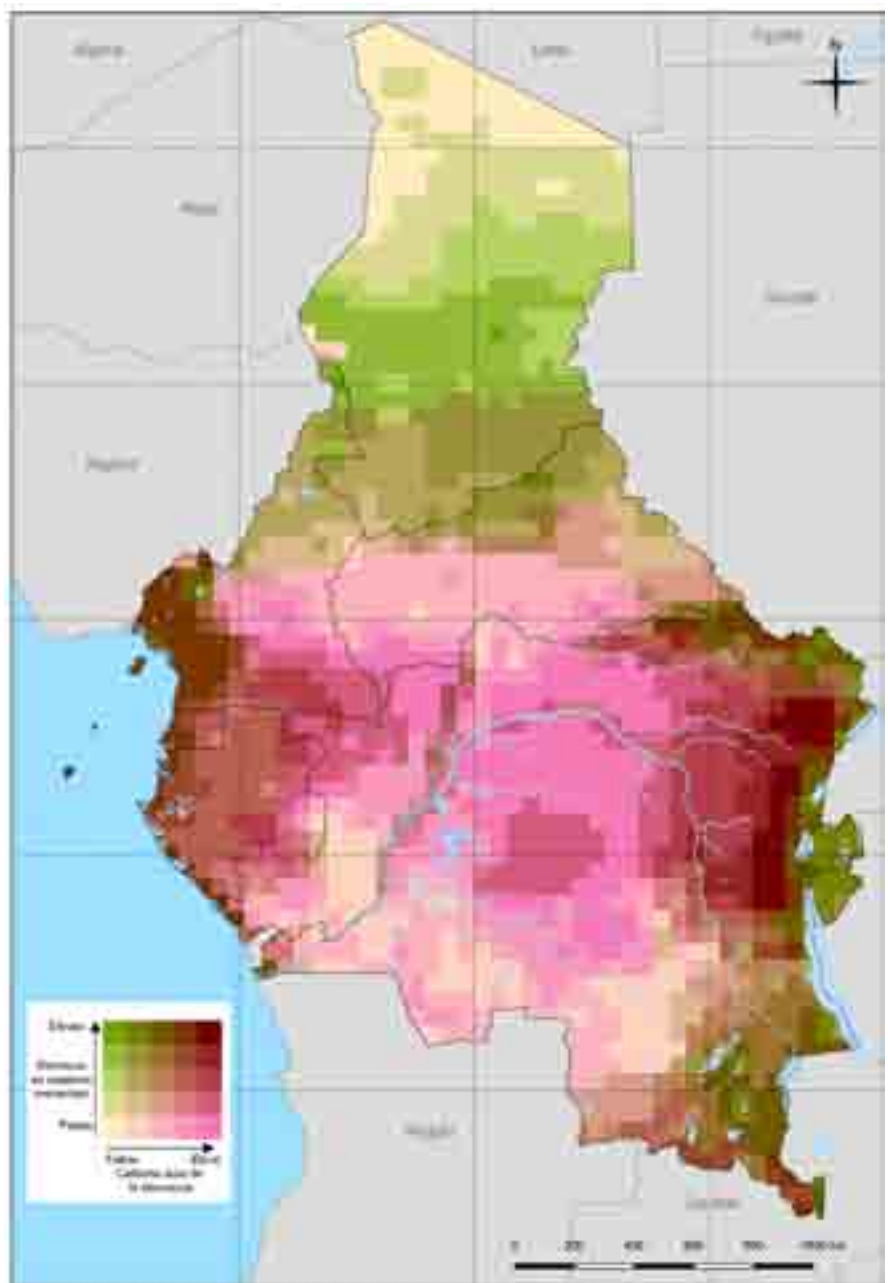
Une caractérisation des intérêts par grande zone peut être faite :

- rose : zones les plus élevées en carbone, s'il est démontré qu'elles sont soumises à des pressions futures (scénario REDD+), elles présentent des opportunités pour une réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation, à travers la conservation (effectivité et extension du réseau d'aires protégées) ou encore la gestion durable des concessions forestières ;

- rouge foncé : zones fortes à la fois en carbone et en richesse spécifique, les actions éventuelles sur les écosystèmes doivent être envisagées en synergie avec la conservation ;

- beige : zones faibles à la fois en carbone et en biodiversité, elles n'offrent à priori que peu d'opportunités pour la réduction des émissions liées à la déforestation. Elles pourraient s'avérer propices à des actions visant à l'augmentation des stocks de carbone comme l'afforestation ou la restauration ;

- vert : zones faibles en carbone mais qui présentent une forte biodiversité, elles pourraient faire également l'objet d'afforestation avec des risques pour la conservation des espèces qui s'y trouvent (notamment en cas de plantation d'espèces exotiques à croissance rapide).



Projection cartographique : projection conique équidistante, ellipsoïde de l'échelle de 1 et l'axe des coordonnées de 10.
Données géographiques : données de la FAO/UNEP/WWF.

Figure 1.6: Variation spatiale de la densité en carbone et de la richesse spécifique potentielle (espèces menacées)

Source : carte réalisée par UNEP-WCMC (IUCN, 2013 ; Baccini et al., 2012).

6. Evolutions possibles du couvert forestier (en considérant le climat constant)

La formulation de politiques qui permettraient à la fois le développement économique et la protection des forêts dans les prochaines décennies est un défi majeur pour les pays d'Afrique centrale. Une étape importante de ce processus est d'avoir une meilleure compréhension des pressions anthropiques futures.

La population d'Afrique centrale va continuer d'augmenter fortement. D'après les projections des Nations Unies, la densité de population dans l'espace COMIFAC va être multipliée par 1,6 d'ici 2030 et par 2 d'ici 2050. La RDC, où la forêt dense humide représente actuellement 70 % du territoire (Potapov *et al.*, 2012), devrait devenir le 11^e pays le plus peuplé du monde en 2050 (ONU, 2013). Si l'on prend en compte le fait que les pays d'Afrique centrale sont à la traîne en matière de développement, leurs besoins à venir pour satisfaire une population plus nombreuse et de plus en plus riche seront considérables.

La population des pays d'Afrique centrale sera majoritairement urbaine : à l'exception du Burundi et du Tchad, plus de 40 % de la population sera urbaine en 2030 dans les pays de la COMIFAC et plus de la moitié à partir de 2050 (ONU, 2013). L'urbanisation entraîne un changement des modes de vie. La part de céréales, en particulier de riz, et de produits à base de blé, d'huile, de produits

laitiers et de viande a tendance à augmenter dans la consommation alimentaire des ménages urbains. Néanmoins, on n'observe pas pour autant une occidentalisation radicale des régimes alimentaires dans les villes d'Afrique centrale. L'impact sur les forêts de la demande croissante des produits agricoles dépendra des zones de production mais aussi des modes de production : les pays du Bassin du Congo sont à l'heure actuelle bien en-deçà de potentiels de productivité agricole.

La plupart des agriculteurs cultivent moins d'un hectare avec peu d'outils performants et peu ou pas d'intrants. Les superficies déforestées détectées par l'analyse des données satellitaires entre 2000 et 2010 en RDC étaient en moyenne de 1,4 ha, ce qui correspond le plus probablement au défrichage pour l'agriculture de subsistance, contrairement au Brésil ou à l'Indonésie où l'agriculture commerciale est le principal moteur de déforestation (Potapov *et al.*, 2012). La plupart des études suggèrent qu'avec des semences améliorées existantes, des engrais et des traitements adéquats, les rendements pourraient facilement doubler (Gockowski et Sonwa, 2011). Des gains de productivité pourraient permettre d'augmenter la production tout en limitant l'expansion des terres agricoles, alors que cela peut aller de pair avec une augmentation de la déforestation en l'absence d'un zonage strict (Mosnier *et al.*, 2014 ; Byerlee *et al.*, 2014). De plus, l'expansion de plantations agro-industrielles est présentée comme un axe stratégique de nombreux plans de développement dans la sous-région (abordé précédemment). La part de l'huile de palme dans la production mondiale d'huiles végétales a plus que doublé en vingt ans, surpassant même la production d'huile de soja (OECD et FAO, 2013). La plupart des surfaces cultivables sont concentrées dans seulement neuf pays tropicaux, avec les zones à plus fort potentiels couvrant pour une grande part les zones de forêts denses humides (Mosnier et Pirker, 2015). Alors que les terres disponibles pour l'expansion des plantations en Indonésie et en Malaisie deviennent plus rares, les investisseurs internationaux se tournent de plus en plus vers les pays du Bassin du Congo où les gouvernements espèrent des retombées positives de nouvelles plantations sur l'emploi et l'économie (Hoyle et Levang, 2012).

L'urbanisation et la démographie croissantes s'accompagnent également d'une demande accrue en matériaux de construction et en énergie. Si les concessions forestières de la sous-région exportent



Photo 1.10: Exploitation artisanale en bordure de terrasse (Rwanda)

la majorité du bois récolté vers l'Europe et la Chine, de nombreux petits exploitants artisanaux approvisionnent les marchés domestiques urbains en bois local. Cette demande des marchés nationaux et sous-régionaux de bois, souvent moins sensibles aux critères de gestion durable des concessions forestières que les marchés européens, constitue également un risque important pour l'avenir des forêts du Bassin du Congo.

Pour les besoins en énergie, plusieurs projets de centrales hydro-électriques identifiés dans la sous-région font l'objet de discussions. D'un côté ces installations inonderont une partie de la forêt en amont des barrages, mais d'un autre côté, un meilleur accès à l'électricité pourrait participer à résoudre le problème du bois énergie qui est un facteur majeur de dégradation des écosystèmes à une distance de plus en plus élevée des villes d'Afrique centrale (Schure *et al.*, 2015). Il reste cependant le problème de l'entretien des centrales hydro-électriques à long terme : les barrages d'Inga I et II ne fonctionnent actuellement qu'à 20 % de leur capacité en RDC, et l'accès à des appareils électriques pour les ménagères en remplacement des foyers fonctionnant au bois est prohibitif pour la majorité des ménages au regard des faibles niveaux de revenus.

Les industriels internationaux, notamment miniers, pourraient renforcer leurs activités dans la sous-région dans les décennies à venir. Les pays du Bassin du Congo sont riches en minerais : 80 % du coltan vient de la RDC, d'importants gisements en fer ont été localisés au Cameroun, au Gabon au Congo et en RDC, l'or et le diamant sont exploités en RCA, au Congo et en RDC. Si de nombreux permis miniers d'exploitation ont été accordés au cours des dernières années, il est cependant difficile de savoir combien vont aboutir sur une exploitation effective. Le prix du fer étant en baisse depuis 2011, beaucoup de projets sont en phase de révision dans le Bassin du Congo. Néanmoins, à moyen et long terme, l'exploitation minière augmentera probablement dans la sous-région. Les impacts directs sur le couvert forestier sont généralement limités mais les pressions indirectes présentées dans un précédent paragraphe peuvent être importantes.

Le modèle CongoBIOM¹¹ (voir Encadré 1.1), dans le cadre du projet REDD-PAC¹², a été construit pour tenter d'évaluer les impacts de l'augmentation des besoins alimentaires et en bois énergie sur le couvert forestier des pays de la COMIFAC dans les prochaines décennies ainsi que les émissions de CO₂ et les risques pour la biodiversité qui en résulteraient (Figure 1.7).

11 Le modèle CongoBIOM est une adaptation du modèle GLOBIOM développé à IIASA (Havlík *et al.*, 2011), au contexte du Bassin du Congo (Megevand *et al.*, 2013; Mosnier *et al.*, 2014). C'est un modèle économique (équilibre partiel) qui calcule l'évolution de la production et de la consommation future des produits issus de l'agriculture, la foresterie et les bioénergies, et les changements de terre associés.

12 www.redd-pac.org

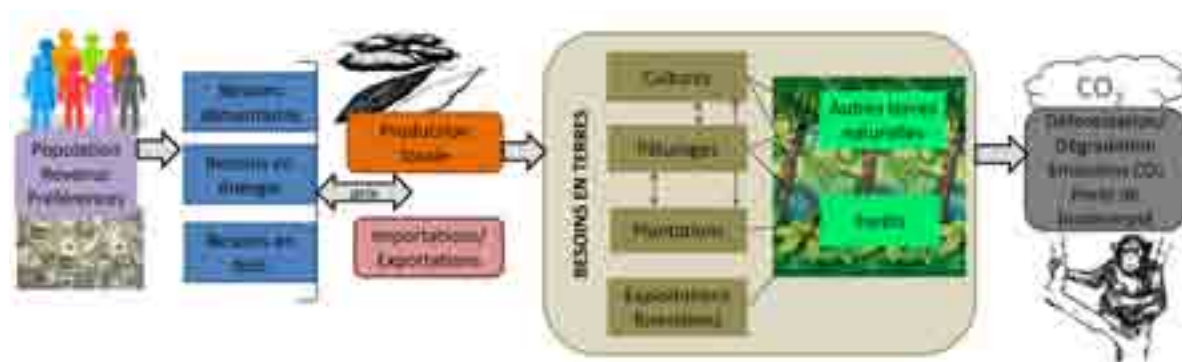


Figure 1.7: La déforestation future dépend des besoins futurs en nourriture, en bois et en énergie dans le modèle CongoBIOM

Encadré 1.1 : Le modèle CongoBIOM

Le modèle économique d'utilisation des terres GLOBIOM (www.globiom.org) est développé à IIASA (Havlík *et al.*, 2011) et opère normalement à l'échelle mondiale. Pour le projet REDD-PAC, ce modèle a été adapté pour le Bassin du Congo (« CONGOBIOM ») afin de mieux représenter les spécificités locales et les risques de déforestation future liés au développement des secteurs agriculture et élevage, foresterie et bioénergie. Le modèle utilise une base de données mondiale qui a été enrichie avec des données nationales (voir www.redd-pac.org pour une description de la base de données). Dans le modèle, les changements d'utilisation des terres sont provoqués par une augmentation (ou une diminution) des besoins locaux et mondiaux en nourriture, en bois, et en bioénergies suivant les projections de croissance de la population et de croissance économique qui ont été faites par d'autres institutions (ex : les Nations Unies, FAO). Les besoins supplémentaires peuvent être satisfaits par une augmentation des terres productives (ex : déforestation), par une augmentation de la productivité des terres utilisées (ex : augmentation des rendements) ou par une augmentation des importations. Les changements d'usage des terres ainsi calculés sont associés à des cartes de biomasse ou des cartes de biodiversité pour estimer les émissions de carbone dans l'atmosphère et le risque de perte d'habitat pour certaines espèces.

13 La variation des émissions dépend des cartes de biomasse utilisées, ici la carte de Saatchi a été utilisée (Saatchi *et al.*, 2011). Par ailleurs, plus de la moitié de l'expansion des cultures est occupée par des jachères où des forêts secondaires peuvent potentiellement se développer si le temps de jachère est suffisamment long, ceci pourrait réduire le niveau des émissions totales calculées.

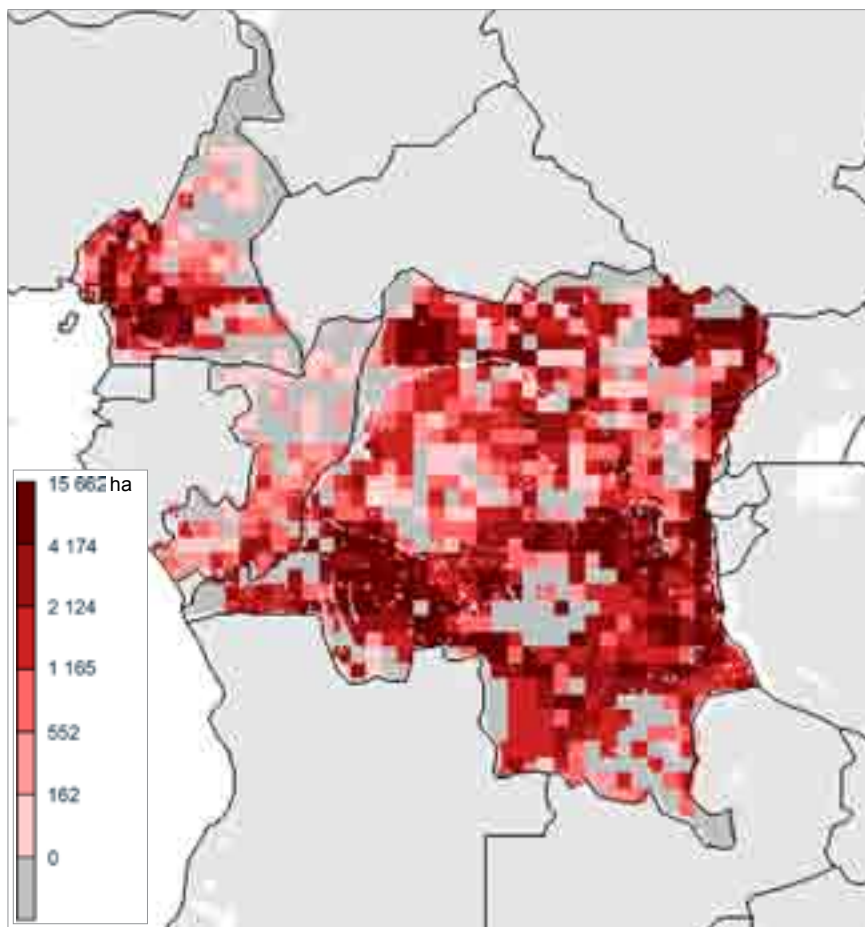


Figure 1.8: Localisation de la déforestation des prochaines décennies au Cameroun, au Congo et en RDC (voir texte pour explication). Unité : ha par cellule de 0,5 x 0,5 degré.

Source : travaux issus du modèle CongoBIOM

En l'absence de gains de productivité significatifs, les besoins en terre pour la production de cultures dans l'espace COMIFAC augmenteraient de plus de 8,5 millions d'hectares entre 2010 et 2030 pour le manioc, l'arachide et le maïs seulement. La région doublerait sa production d'huile de palme d'ici à 2030 ainsi que ses exportations, bien que l'augmentation de la production d'huile de palme serait principalement utilisée pour approvisionner le marché local. Au total, il est estimé que la déforestation annuelle moyenne liée à l'expansion des terres agricoles pour les cultures et l'élevage augmenterait de 640 milliers d'hectares par an en moyenne entre 2000 et 2010, à un peu plus d'un million par an entre 2010 et 2020 et à 1,5 millions par an entre 2020 et 2030, soit une perte totale de 26 millions d'hectares de forêts entre 2010 et 2030 dans le Bassin du Congo, ce qui représente environ 10 % du couvert forestier total (voir Figure 1.8 pour la localisation de la déforestation au Cameroun, au Congo et en RDC). Les émissions correspondantes pourraient se situer entre 8,8 et 13 milliards tCO₂ sur la période 2010 et 2020 en prenant seulement en compte le carbone contenu dans la biomasse vivante au-dessus du sol dans les surfaces forestières qui ont été complètement défrichées¹³.

De plus, les résultats des travaux de l'IIASA montrent la menace qui pèse sur les aires protégées dans le Bassin du Congo. Dans un contexte d'augmentation de la densité de population, les États ne disposent généralement pas des moyens suffisants pour pouvoir maintenir l'intégrité territoriale et la biodiversité des aires protégées. D'après les résultats du modèle, 4 % des forêts dans les aires protégées pourraient être détruites dans les deux prochaines décennies si leur protection n'était pas assurée. Enfin, les concessions forestières peuvent également permettre de lutter contre la déforestation : en l'absence de leur statut foncier légalement établi, il est estimé que 280 milliers d'hectares de forêts seraient détruits en plus entre 2010 et 2020 et près de 600 milliers d'hectares entre 2020 et 2030. Ceci serait particulièrement dommageable pour les forêts de la République du Congo, du Cameroun et de la République Centrafricaine. Une surexploitation des concessions forestières dans les premières années d'exploitation ou le manque de rentabilité économique peuvent, en théorie, mener à une rétrocession anticipée des concessions à l'État. Il faut donc veiller à renforcer à la fois la durabilité de l'exploitation forestière tout en améliorant la valorisation économique des produits issus de l'exploitation pour que les concessions forestières puissent jouer un rôle de maintien du couvert forestier et de la biodiversité dans le Bassin du Congo. Dans cette logique, pour

les consommateurs européens soucieux de la légalité et de la gestion durable des forêts, en dépit de certains discours d'ONG, consommer du bois tropical issu des forêts bien gérées du Bassin du Congo préserve ces forêts face aux autres enjeux d'usages des terres dans la sous-région tout en leur donnant une valeur économique. Une forêt du Bassin du Congo sous aménagement durable produit de façon durable de l'ordre de 0,2 m³/ha/an. Si l'on prend comme hypothèse une rotation de 25 à 30 ans et les rendements matières des usines de production classiquement retenus, un consommateur qui achète une simple planche de 30*400*2cm (0,08 m³) issue de cette provenance sécurise économiquement et durablement 0,5 hectare de forêt pendant 30 ans. En extrapolant cette même démarche, la France qui importait 2 408 millions m³

en 2013 (Groutel, 2013) de bois africains pourrait préserver durablement près de 50 millions d'hectares de forêt (FRM, 2015), soit un peu plus que la totalité des 49 millions d'hectares de concessions forestières attribuées dans le Bassin du Congo. D'autre part, les recherches actuelles sur les espèces forestières tendent à montrer que l'impact de l'homme sur les forêts du Bassin du Congo exploitées pour le bois d'œuvre est finalement bien moins important que celui qu'avait l'agriculture largement répandue sur tout le Bassin du Congo il y a une dizaine de siècles : l'exploitation forestière permet au contraire d'entretenir la présence de la biodiversité et de certaines espèces végétales qui ont tendance à disparaître depuis que ces forêts sont moins perturbées (Morin-Rivat, 2014).

6.1 Les questions d'aménagement du territoire posées par le développement

Les enjeux territoriaux pour l'avenir des forêts du Bassin du Congo sont multiples : il s'agit de faire face aux besoins liés au développement de ces pays tout en essayant de conserver l'intégrité des écosystèmes forestiers du Bassin du Congo et leur rôle dans l'atténuation des changements climatiques. L'analyse par socio-écosystème développée par l'étude commanditée par la COMIFAC sur la prospective à l'horizon 2040 tente de décrire les dynamiques territoriales à long terme (Marien et Bassaler, 2013). L'approche développée par cette étude met en avant la priorité des enjeux de stabilité politique régionale et nationales, de démographie néo-urbaine et de projets de développement économique et structurel (routes, voies navigables, etc.) par rapport aux aspects purement techniques dans les dynamiques futures d'évolution du couvert forestier du Bassin du Congo. Le renforcement de la gouvernance des États et des administrations pour faire face à l'exploitation illégale des forêts ou aux dégradations de ces écosystèmes issues d'autres moteurs de la déforestation est préalable

à toute construction territoriale. Dans le secteur forestier, le processus FLEGT¹⁴ tente d'y apporter réponse et pourrait constituer un modèle en mesure d'inspirer d'autres initiatives dans l'exploitation des ressources et espaces naturels.

Ainsi, le développement économique en cours de la sous-région se traduira nécessairement par des choix sur l'attribution des terres aux différents secteurs d'activité, la gestion et la compensation éventuelle des impacts des projets industriels, avec une pression de plus en plus importante sur les forêts. Les conflits fonciers, qui par ailleurs sont classiques en Afrique centrale entre différents secteurs d'activités, sont réactivés par la priorité accordée par les États à l'exploitation minière ou certains types d'agro-industries sur les autres droits d'usage de bien moindre valeur économique. Les Tableau 1.4 et Figure 1.9 relatifs aux superpositions des usages des sols basés sur des titres légaux illustrent la complexité des dynamiques territoriales.

14 Forest Law Enforcement, Governance and Trade – Application des réglementations forestières, gouvernance et échanges commerciaux.
 15 Tout type d'espace protégé, sans distinction entre aires protégées, réserves ou autres ?
 16 Ensemble des pays de la COMIFAC et non somme des six pays présentés dans le tableau pour lesquelles davantage de données sont disponibles.

Tableau 1.4 : Recouvrement des principaux usages des sols dans les pays de l'espace COMIFAC

Pays	Recouvrement Titres Exploration minière sur Concessions forestières (%)	Recouvrement Titres Exploration minière sur Zones de conservation ¹⁵ (%)	Recouvrement Titres Exploitation minière sur Concessions forestières (%)	Recouvrement Titres Exploitation minière sur Zones de conservation ¹⁶ (%)
Cameroun	44,3	25,7	1,9	0,0
Congo	43,7	16,3	0,4	0,0
Gabon	54,0	17,8	0,1	0,0
RCA	0,8	0,0	1,5	0,0
RDC	6,6	12,5	0,5	1,3
COMIFAC ¹⁴	33,8	13,2	0,6	0,7



© Carlos de Wasseige

Photo 1.11: Les cultures vivrières laissent peu de place aux arbres dans les territoires densément peuplés (Rwanda)

Par ailleurs, la question du bilan carbone des activités extractives ou plantations agro-industrielles situées dans les forêts d'Afrique centrale n'est pas encore énoncée dans toutes ses dimensions et sa complexité : à quel point pourrait-il être relativement positif si des actions de compensation écologique sont mises en œuvre par les opérateurs pour chaque phase du cycle d'exploitation de la mine/plantation ou négatif comme a priori attendu ? Les questions d'aménagement du territoire dépassent ainsi le cadre du développement et rejoignent aujourd'hui les enjeux autour de l'atténuation des changements climatiques.

L'aménagement du territoire et des cadastres nationaux uniques et complets semblent la solution la plus souhaitable à la planification du développement et à la résolution des problèmes et conflits afférents. Des initiatives de schéma d'aménagement du territoire existent dans certains pays du Bassin du Congo, mais sont souvent indicatifs et sans valeur légale, peu connus et appliqués des gestionnaires du territoire.

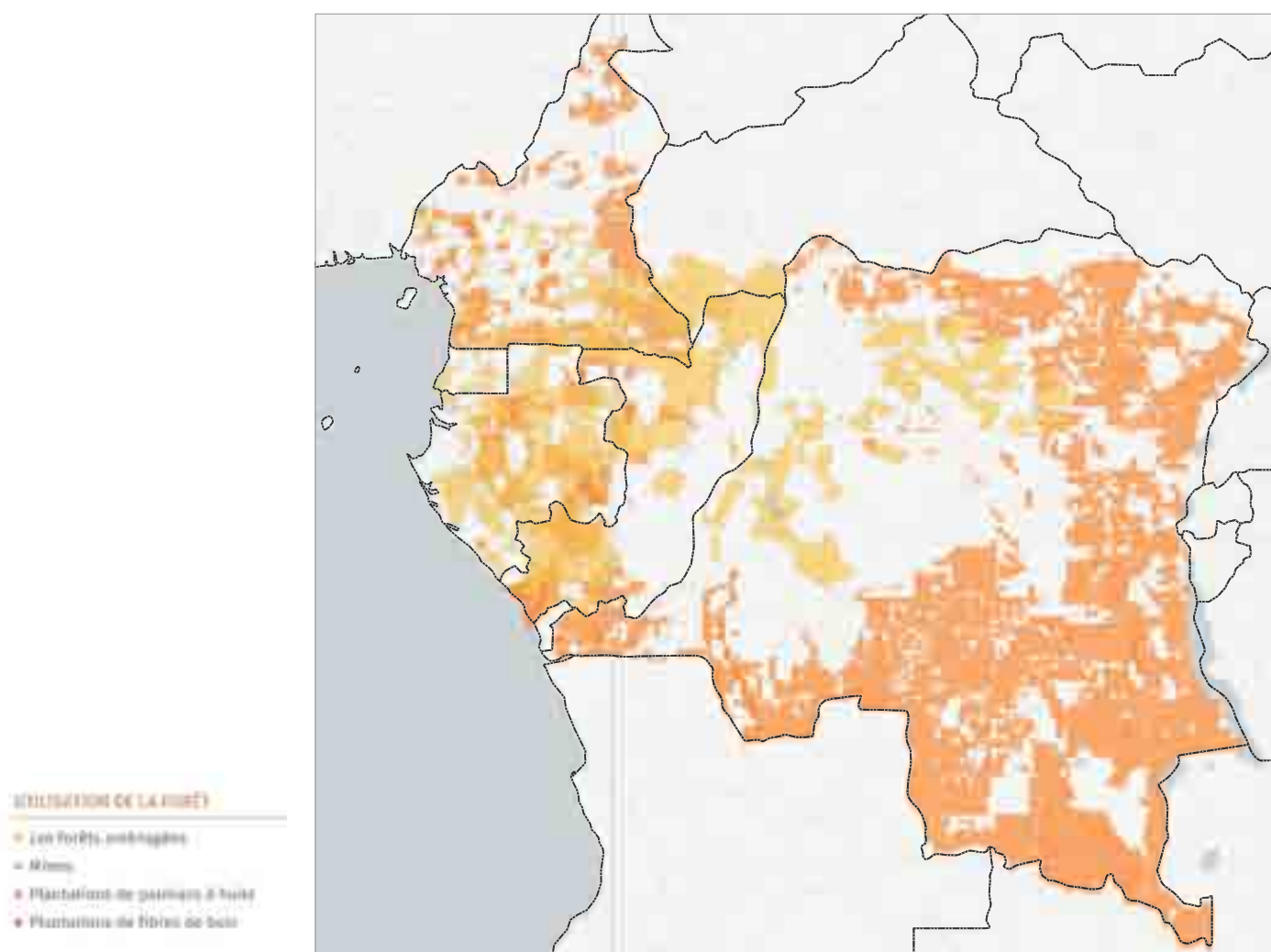


Figure 1.9: Superposition de plusieurs types d'utilisation du sol dans certains pays de la COMIFAC

Source: Global Forest Watch (2015).

CHAPITRE 2

CLIMAT DE L'AFRIQUE CENTRALE : PASSÉ, PRÉSENT ET FUTUR

Maurice Tsalefac^{1,5}, François Hiol Hiol¹, Gil Mahé², Alain Laraque², Denis Sonwa³, Paul Scholte⁴, Wilfried Pokam⁵, Andreas Haensler⁶, Tazebe Beyene⁷, Fulco Ludwig⁸, François K. Mkankam⁹, Viviane Manetsa Djoufack⁵, Michel Ndjatsana¹⁰, Charles Doumenge¹¹

¹Université de Dschang, ²IRD, ³CIFOR, ⁴GIZ, ⁵Université de Yaoundé, ⁶CSC, ⁷Université de Washington, ⁸Université de Wageningen, ⁹Université des Montagnes, ¹⁰Secrétariat exécutif de la COMIFAC, ¹¹CIRAD

1. Introduction

Malgré de grandes avancées au cours des vingt dernières années, les climats et les paléoclimats de l'Afrique centrale sont encore insuffisamment connus. Cette situation est liée au manque de données de stations locales, à la faible densité des réseaux de mesures passées et actuelles, et à la rareté des travaux scientifiques portant sur le climat de cette région. En conséquence, des incertitudes pèsent encore sur l'évolution de ces climats en réponse au réchauffement actuel. Afin d'anticiper les changements qui risquent d'affecter ces climats, il est nécessaire de disposer d'une bonne connaissance de leur fonctionnement actuel, en particulier la façon dont ils s'insèrent dans le système climatique planétaire, et de connaître les variations et changements climatiques qui affectent la zone tropicale (Camberlin, 2007).

Les rares études existantes indiquent qu'au pas de temps interannuel cette région montre une variabilité généralement modérée des précipitations comparée aux autres régions de même pluviométrie. La cohérence spatiale y est aussi particulièrement faible. Ces deux éléments sont le reflet d'une sensibilité réduite du climat tropical aux forçages interannuels majeurs, notamment aux variations des températures de surface océanique. On peut ainsi prédire un accroissement des phénomènes extrêmes, des modifications dans la fréquence des événements météorologiques de type catastrophique, et donc des risques. En conséquence, il est nécessaire de savoir comment les pays de la région s'organisent face aux défis posés par ces probables changements climatiques.

2. Contexte climatique général

De par sa situation géographique, l'Afrique centrale présente une diversité de climats qui peuvent être regroupés en deux types principaux : équatorial et tropical (Figure 2.1). Certaines régions d'altitude, d'étendue limitée, sont aussi soumises à des climats de montagne, le long du rift Albert (à l'est de la RDC), ou le long de la ligne volcanique du Cameroun.

Le climat équatorial à quatre saisons s'étend au sud du Cameroun et de la RCA, au centre de la

RDC, au Congo, au Gabon, en Guinée Equatoriale et à Sao Tomé-et-Principe (Mpounza et Samba-Kimbata, 1990). La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1 500 à 1 800 mm, avec des maxima supérieurs à 10 000 mm à Debundsha, au sud-ouest du mont Cameroun, et au sud de l'île de Bioko, en Guinée Equatoriale. Le climat y est chaud et humide avec des températures oscillant entre 22°C et 30°C.



Photo 2.1: La déforestation provoque des changements climatiques locaux, notamment en induisant la perte d'eau disponible par la hausse des températures, de l'évaporation et du ruissellement.

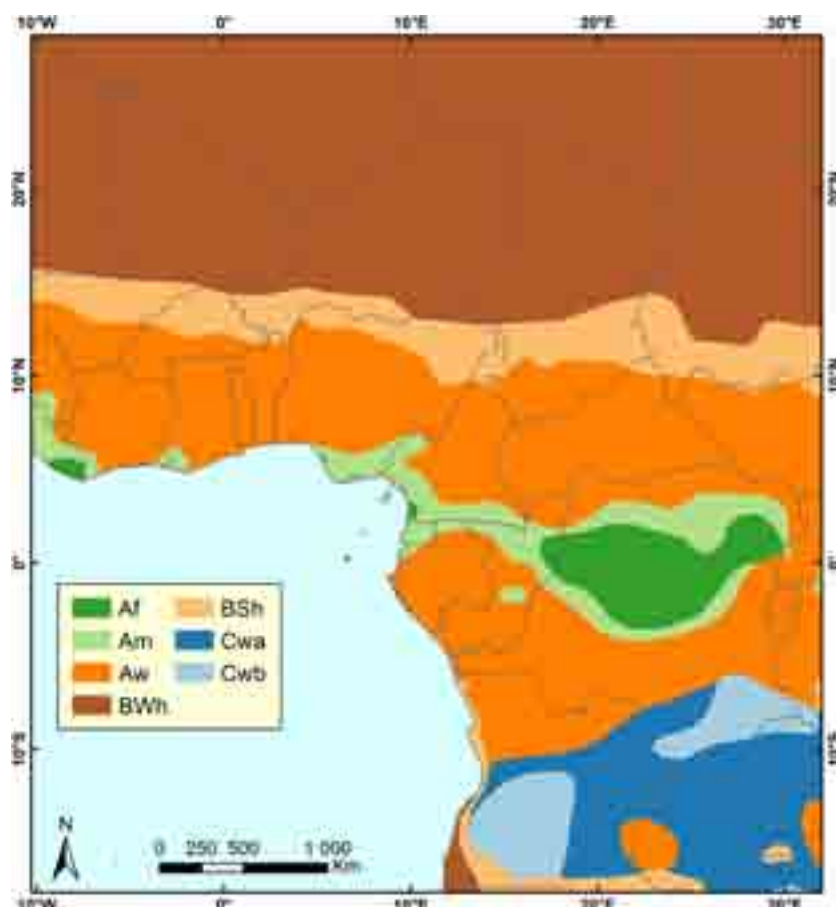


Figure 2.1 : Classification climatique du Bassin du Congo selon le système Köppen-Geiger¹⁷ (Peel et al., 2007), où Af = équatorial/humide, Am = tropical/mousson, Aw = tropical/hiver sec, BSh = semi-aride/chaud, BWh = aride/chaud, Cwa = tempéré chaud/hiver sec/lété chaud, et Cwb = tempéré chaud/hiver sec/lété tempéré.

Le climat tropical à deux saisons présente quant à lui plusieurs variantes : soudaniennes, sahéliennes et sahariennes. Les types soudanien, soudano-sahélien et sahélien couvrent le nord du Cameroun, le sud du Tchad, le centre et le nord de la RCA. Le sud de la RDC bénéficie d'un climat plus tempéré du fait d'une altitude moyenne supérieure aux autres zones. La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 300 et 1 500 mm. Les types sahélo-sahariens et sahariens comprennent uniquement le nord du Tchad où la pluviométrie annuelle moyenne est inférieure à 300 mm et où les températures maximales peuvent atteindre 50°C (Godard et Tabeaud, 2009).

Les climats équatoriaux et tropicaux de l'hémisphère Nord sont caractérisés par une saison sèche principale très sèche et ensoleillée (décembre à février) alors que ceux de l'hémisphère Sud, en particulier vers la côte atlantique, bénéficient d'une saison sèche nuageuse préservant des taux d'humidité atmosphérique très élevés (juin à août). Ces différences climatiques, de part et d'autre de la charnière climatique séparant les climats de l'hémisphère nord et ceux de l'hémisphère sud, impactent la végétation et sont d'une importance encore trop souvent méconnue face aux changements climatiques à venir (Gonmadje *et al.*, 2010 ; Monteil *et al.*, en préparation).

3. Fonctionnement général et caractéristiques des climats actuels

3.1 Dynamique atmosphérique

Deux modes de circulations – la circulation de Hadley et la circulation de Walker – contrôlent les déplacements des masses d'air et le climat en Afrique centrale.

3.1.1 La circulation de Hadley

La circulation dite « de Hadley » (Figure 2.2), entre l'équateur et les latitudes tropicales, commande les types de temps et les climats en Afrique centrale.

Les fortes températures présentes sous l'équateur entraînent une importante évapotranspiration et la formation de nuages induisant de fortes

précipitations. En s'élevant dans l'atmosphère, l'air devient progressivement plus sec vers les hautes altitudes. Il se déplace alors vers le nord et le sud et, lorsqu'il est suffisamment froid, redescend vers les basses couches de l'atmosphère (Figure 2.2). Les fortes ascendances de vents au niveau de l'équateur font l'effet d'une pompe qui attire alors les vents de surface des latitudes tropicales vers l'équateur. Ces vents alizés rentrent en contact le long d'une ligne que l'on nomme la zone de convergence intertropicale (ZCIT) ou front intertropical (FIT). La ZCIT migre vers le nord de janvier à juillet et permet à l'alizé austral, qui change de direction et se charge d'humidité océanique, de déverser des fortes pluies sur le continent africain. Au maximum de sa migration vers

17 Remarque : Cette carte est un aperçu très général qui ne reflète que partiellement la variabilité des climats en Afrique centrale. En particulier, le Gabon et le Congo bénéficient climats équatoriaux à sub-équatoriaux, intermédiaires entre les climats Af, Am et Aw.

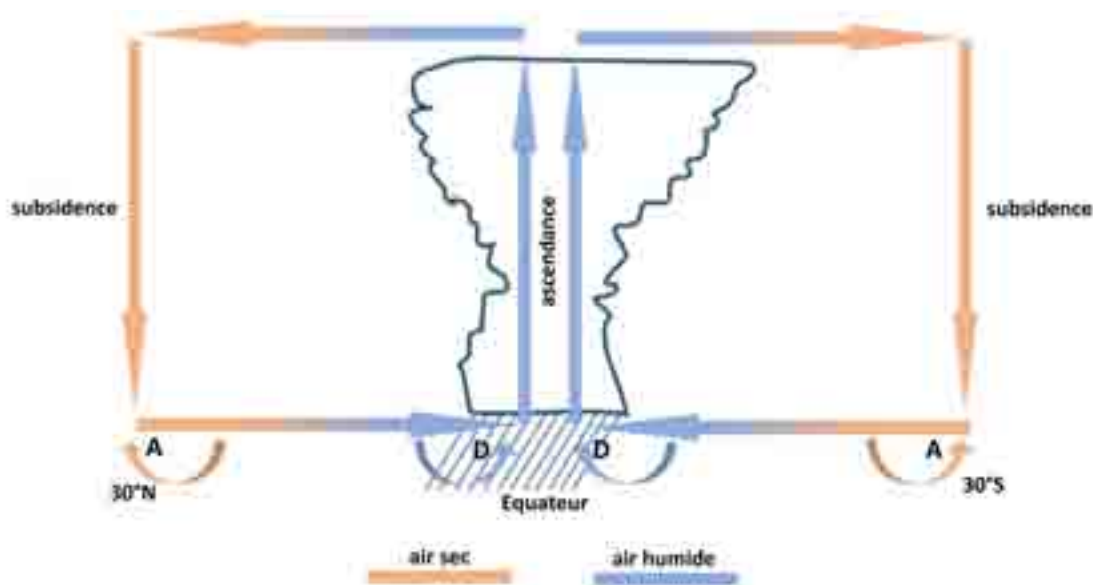


Figure 2.2: Coupe des cellules de Hadley de part et d'autre de l'équateur (adapté de Demangeot, 1992).

le nord, l'alizé austral est très proche du continent et donne lieu à la saison sèche de juillet-août au sud de la région qui nous concerne. À partir de juillet, c'est le tour de l'alizé du nord-est, encore appelé harmattan, de se déployer vers le sud à la faveur du recul de la ZCIT. Il atteint sa position la plus méridionale en janvier, dispensant un temps sec correspondant à la saison sèche au nord de l'Afrique centrale.

La figure 2.3 présente les différentes positions moyennes de la ZCIT ainsi que de la convergence interocéanique (CIO) sur l'Afrique au cours de l'année; la CIO matérialisant la rencontre des vents venant de l'océan Atlantique et de l'océan Indien. Si l'impact des déplacements de la CIO au cours de l'année est loin d'être négligeable, en particulier à l'est de la région qui nous concerne, les migrations de la ZCIT sont d'une très grande importance pour les pays concernés en ce qu'elles permettent d'apprécier le comportement des saisons et leurs variations d'une année sur l'autre. Ces variations sont à leur tour conditionnées par la rotation de la Terre autour d'elle-même et autour du soleil et par les températures de surface de l'océan. L'homme, par ses activités (afforestation, déforestation, feux de brousse, pollution de l'air, etc.) est susceptible de complexifier la composition des masses d'air et de jouer sur leur déplacement et leur capacité à générer des pluies.

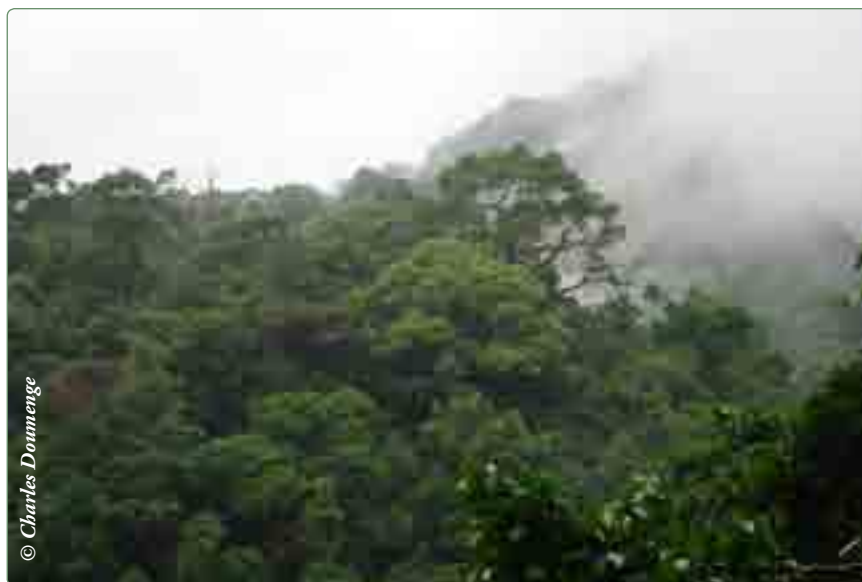


Photo 2.2: Les petites montagnes bordant la côte atlantique bénéficient d'une forte humidité atmosphérique en provenance de l'océan favorable au développement de forêts denses sempervirentes

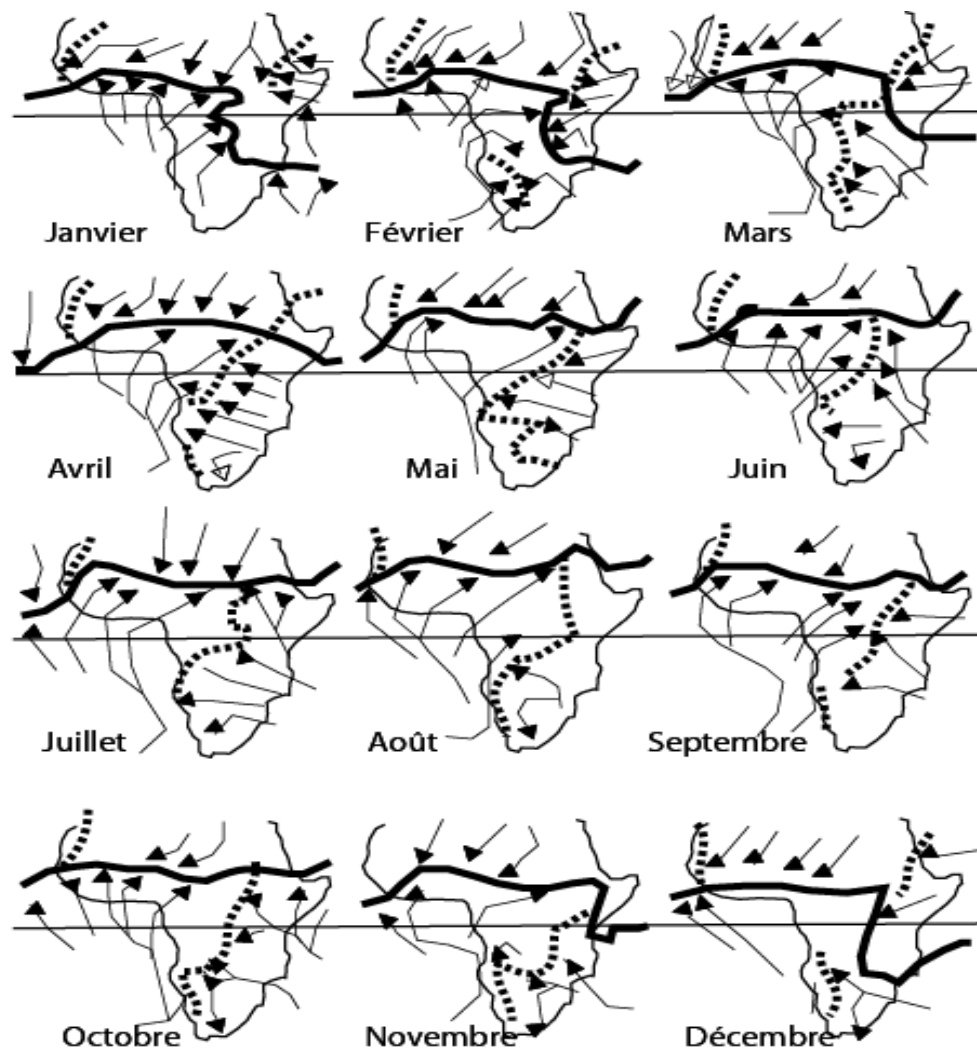


Figure 2.3: Position moyenne mensuelle de la ZCIT (trait plein) et de la CIO (tirets) sur l'Afrique

Source : Samba-Kimbata (1991) ; Bigot (1997).

3.1.2 La circulation de Walker

L'Afrique centrale subit également l'influence de la circulation cellulaire liant les climats de toute la ceinture tropicale. Cette circulation dite « de Walker » (Figure 2.4) est à l'origine des anomalies saisonnières

dans les régions situées à l'est et à l'ouest du Bassin du Congo.

Les circulations de Hadley et de Walker se conjuguent pour moduler les variations saisonnières et annuelles des climats.

3.2. L'impact de la circulation océanique

Le phénomène ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) semble exercer une influence partielle sur les climats d'Afrique centrale, tout comme les variations des températures marines de surface (TMS). La variabilité des précipitations semble être liée à l'ENSO et à l'océan Indien occidental dans les premiers mois de l'année, et à l'Atlantique au cours de la période juin-août; l'océan Indien redevenant ensuite un peu plus important (Balas *et al.*, 2007).

Les précipitations d'Afrique centrale réagissent saisonnièrement au comportement des TMS en particulier dans l'océan Atlantique, en lien avec la dynamique de la ZCIT. Les années où l'Atlantique Sud est anormalement chaud s'accompagnent de déficits pluvieux pendant la période de juillet–septembre au nord de 10°N et en octobre–décembre au sud du Cameroun puis du Gabon. À l'inverse, sur les marges sud de la ZCIT, un océan Atlantique central plus

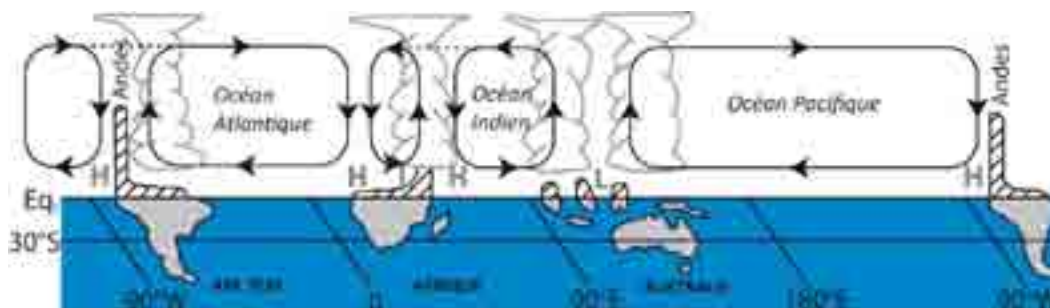


Figure 2.4: Circulation de Walker

Source: Dhonneur (1985).

chaud que la moyenne s'accompagne d'excédents pluvieux, au moins près de l'océan.

3.2.1 Variabilité spatio-temporelle des précipitations à l'échelle régionale

3.2.1.1 Les précipitations moyennes annuelles

La figure 2.5 présente les variations des précipitations entre le début du vingtième siècle et le début du vingt et unième siècle (Djoufack 2011, Djoufack et Tsalefac 2014). Dans l'ensemble, on distingue deux foyers de fortes précipitations ($P > 2500$ mm) :

la région située de part et d'autre de l'équateur (bande équatoriale) et le littoral du golfe de Guinée. Partout ailleurs, les précipitations ne dépassent généralement pas 1500 mm. Au nord du 15° parallèle, les zones sahariennes et sahéliennes reçoivent moins de 500 mm par an.

Le fond du golfe de Guinée et, d'une manière générale, l'Afrique centrale atlantique sont sous l'influence de la mousson africaine et bénéficient de fortes pluviosités. Cette influence océanique se combine à d'autres influences (relief, végétation, etc.) pour créer une diversité de climats locaux. Ainsi, la forte pluviosité sur le littoral du Cameroun au Gabon est associée directement ou indirectement à la

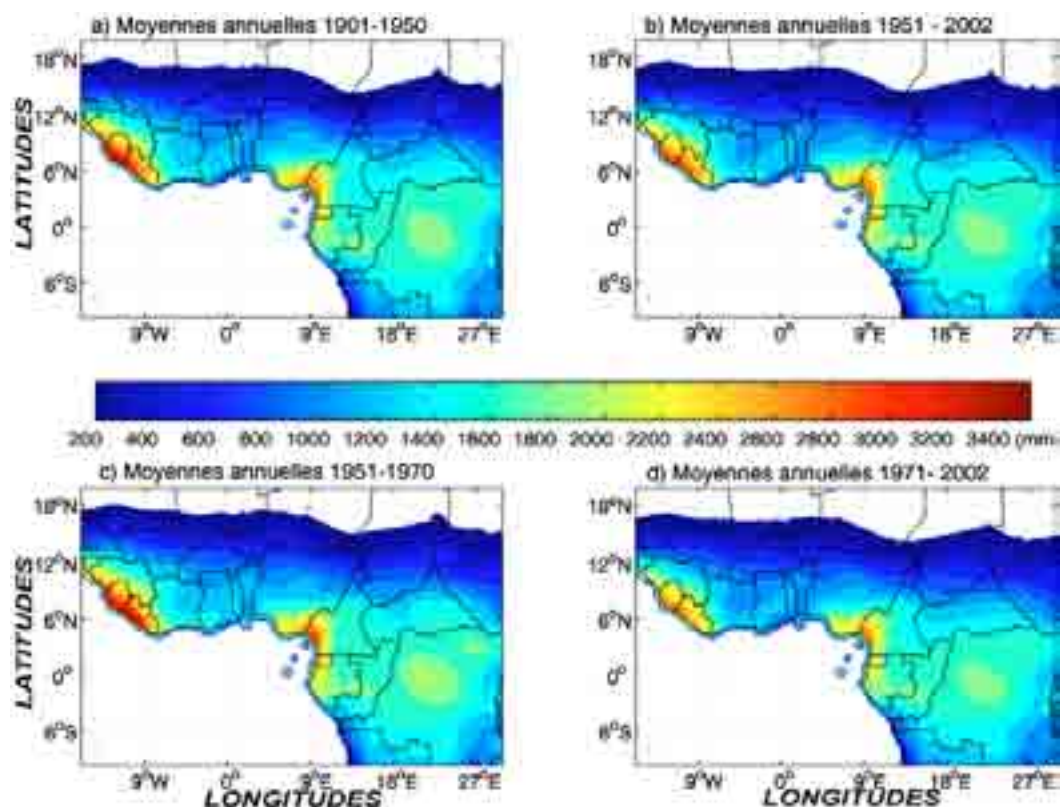


Figure 2.5: Variation des précipitations moyennes annuelles (mm) entre les années 1900 et 2000 à l'échelle régionale: a) moyenne 1901-1950; b) moyenne 1951-2002; c) moyenne 1951-1970, d) moyenne 1971-2002.

Source: Djoufack (2011).



3.2.1.2 Tendance des précipitations

La Figure 2.6 semble indiquer que les précipitations sont restées relativement abondantes au cours du siècle dernier bien qu'elles semblent avoir diminué depuis les années 1950 et surtout depuis les années 1970. On a ainsi observé une tendance à la baisse des précipitations totales de 31 mm/décennie entre 1955 et 2006 (Aguilar *et al.*, 2009). Les plus fortes baisses des hauteurs de précipitation ont été observées pendant la décennie 1968-1980 (Mahé, 1993) et n'ont pas la même intensité à travers toute la région. Dans le sud du Cameroun et au Congo, la baisse des précipitations a persisté jusqu'en 1990 (Figure 2.6). Par ailleurs, au Gabon et en RCA, on a observé une hausse respectivement après 1980 et 1985 (Mahé, 1993).

Photo 2.3: Si le climat s'assèche, des écosystèmes rares et à haute valeur écologique tels que les clairières marécageuses pourraient disparaître

présence de reliefs tels que le mont Cameroun ou les petites montagnes qui bordent cette côte atlantique.

La cuvette congolaise doit aussi ses fortes précipitations moins à l'influence de l'océan qu'à la forte évapotranspiration émanant de son couvert forestier et marécageux (Bigot, 1997).

Des disparités ont aussi été notées à l'échelle locale (Tsalefac *et al.*, 2007 ; Tsalefac, 2013). Tandis que dans le nord du Congo la tendance est marquée par une baisse de la pluviométrie, dans le sud du pays elle est stable (Samba-Kimbata, 1991). De même, on a enregistré une baisse du nombre de jours consécutifs de pluie d'au moins 1 mm/jour ainsi que du nombre de jours avec des précipitations supérieures à 10 mm (Aguilar *et al.*, 2009).

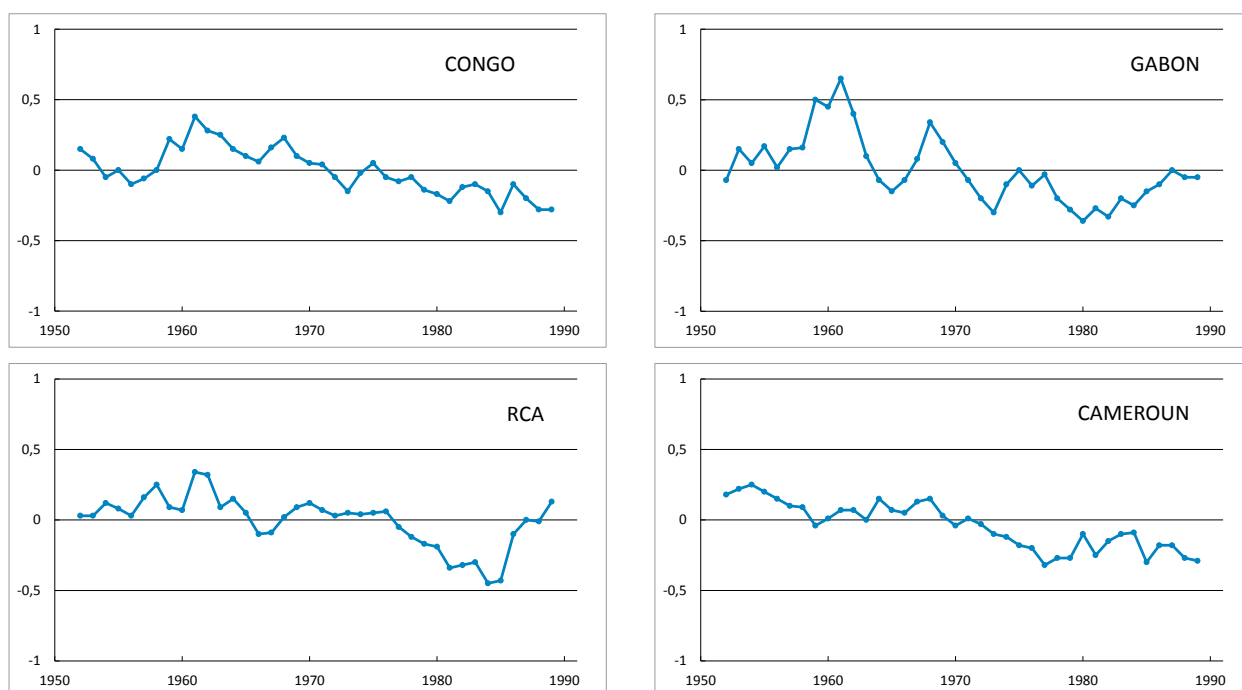


Figure 2.6: Evolution des précipitations annuelles depuis 1950 dans différentes régions de l'Afrique centrale

Source : Mahé (1993).

3.2.1.3 Tendance des températures

Les températures, par contre, montrent une tendance générale à la hausse. Au Congo, sur la période allant de 1950 à 1998, les températures ont augmenté de 0,5 à 1°C pendant les décennies 1980 et 1990 (Samba-Kimbata, 1991). En ce qui concerne les changements de température sur le long terme, les quelques données de stations disponibles dans la région semblent indiquer un réchauffement

statistiquement significatif (GIEC, 2007). Cette tendance s'accompagne d'une augmentation des chaleurs extrêmes (par exemple, la température des journées les plus chaudes a semblé augmenter d'environ 0,25°C par décennie) et une diminution de la fréquence des vagues de froid (Aguilar *et al.*, 2009). Toutefois, en raison de la rareté des données de stations disponibles, il paraît très difficile de tirer des conclusions définitives sur l'évolution des climats actuels.

4. Paléoclimats d'Afrique centrale

Les paléoclimats de l'Afrique centrale sont relativement bien connus pour la période couvrant le Pléistocène supérieur et l'Holocène pour lesquels la chronologie des événements climatiques a considérablement progressé, principalement grâce aux datations au C¹⁴. Les analyses sédimentologiques et palynologiques de dépôts marins et lacustres permettent de proposer un schéma paléoclimatique relativement cohérent (Tableau 2.1).

Vers 4000 ans AP, la température de la surface océanique a diminué et les précipitations ont faibli. À cette époque, l'érosion et les dépôts alluvionnaires sont toutefois restés modérés. Cette phase de relatif assèchement change brutalement de nature autour de

2500 ans AP avec une modification de la répartition saisonnière des précipitations. Malgré une hausse des températures de surface océanique et probablement des précipitations plus soutenues que précédemment, la durée de la saison sèche semble augmenter, entraînant des effets négatifs sur la couverture forestière. À cette époque, l'érosion et les dépôts d'alluvions s'intensifient, marquant ainsi l'existence d'un climat tropical aux saisons plus contrastées.

À partir de 2000 ans AP, une phase plus humide se réinstalle jusqu'à la période actuelle, entrecoupée de périodes plus sèches telle que celle allant de 500 à 200 AP (du XV^e au XVIII^e siècle), correspondant au petit âge glaciaire en Europe.



Photo 2.4 : Les mangroves vont sans aucun doute pâtir des variations futures du niveau des mers

Tableau 2.1 : Evolution globale des climats passés de l'Afrique centrale suivant les données palynologiques et sédimentologiques

Chronologie	Ambiance climatique	Indicateurs
-22 000 à -16 000 ans AP* (Kanémien)	Climat frais et sec	Présence d'accumulations éoliennes et de dunes le long des rivages
-16 000 à -8 000-7 000 ans AP (Bossumien, pléistocène transition)	Phase humide	Colmatage des chenaux et formations des mangroves, développement de la forêt dense
-7 000 à -4 000 ans AP	Persistance et paroxysme phase humide	Développement maximum de la forêt vers -6000 ans AP puis début de fragmentation sur les marges du massif forestier
-3 000 à -2 000 ans AP	Brusque phase sèche	Recul brutal et ouverture de la forêt, surcreusement des chenaux, renforcement du courant de Benguela (Giresse, 1984)
-2 000 à -1 800 ans AP	Retour brutal à une phase humide	Reconquête forestière dans les secteurs non occupés par l'homme

(*) AP = avant le présent..

5. Evolution prévisible du climat en Afrique centrale

5.1. Evaluations globales et régionales des changements climatiques

L'évaluation des changements probables des précipitations et des températures de surface – les paramètres climatiques les plus importants – au cours du 21^e siècle a été réalisée par plusieurs pays de la COMIFAC dans le cadre de leurs communications nationales à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (plus connue sous le sigle anglais UNFCCC). Ces évaluations étaient basées sur des simulations de modèles de circulation générale (MCG) mais elles offrent une précision limitée étant donnée la résolution spatiale grossière qui a été utilisée (jusqu'à 500 km). Comme le montre l'annexe 1, les résultats de ces simulations diffèrent substantiellement d'un pays à l'autre.

Au niveau régional, des études traitant de projections climatiques qui couvrent une grande partie, voire totalement, le Bassin du Congo sont disponibles, bien que la région ne soit pas toujours au

centre de ces études (Sonwa *et al.*, 2014). La plupart d'entre elles ne portent que jusqu'à la moitié du 21^e siècle et se basent sur une unique simulation d'un seul MCG pour un scénario spécifique.

Une évaluation complète et régionale des changements climatiques fut menée sur toute la région de 2010 à 2012 (CSC, 2013). Dans cette évaluation, 77 simulations mondiales et régionales du changement climatique ont été analysées selon des scénarios d'émissions de GES respectivement fortes ou faibles. Cette étude n'a pas seulement permis d'estimer l'amplitude potentielle des changements climatiques prévus mais elle a aussi permis de juger de la fiabilité des changements anticipés par les simulations. De plus, un sous-ensemble représentatif des prévisions de changements climatiques a été utilisé pour des analyses d'impact subséquentes et pour la formulation d'options d'adaptation.

5.2 Température de l'atmosphère à la surface de la terre

L'étude sur les scénarios du changement climatique susmentionnée (CSC, 2013) révéla que tous les modèles, indépendamment de la saison et du scénario d'émission, indiquent un réchauffement de la température atmosphérique de surface d'au moins 1°C vers la fin du 21^e siècle. La fréquence des jours et nuits froids/chauds va respectivement diminuer/augmenter, indépendamment quels que soient la saison et le scénario d'émissions (Tableau 2.2). Dès lors que tous ces modèles anticipent des changements dans la même direction, la probabilité de réalisation de ces changements s'avère très élevée. Cependant, l'éventail complet des possibilités de changement est très large et principalement causé par quelques valeurs aberrantes issues de modèles. Pour cette raison, un

éventail plus restreint des résultats des simulations a été déterminé, définissant les changements qui vont vraisemblablement se produire (cet échantillon correspond à la zone centrale qui inclut 66 % des projections). Concernant la température atmosphérique annuelle moyenne de surface, les changements probables vers la fin de ce siècle sont compris entre +3.5°C et +6°C pour un scénario de fortes émissions et entre +1.5°C et +3°C pour un scénario d'émissions contenues de gaz à effet de serre (Haensler *et al.*, 2013). En général, l'accroissement prévu des températures est légèrement supérieur à la moyenne dans les zones situées au nord de l'Afrique centrale, au nord de la charnière climatique, et légèrement inférieur à la moyenne dans les zones centrales.

Tableau 2.2: “Eventail probable” (centré sur la médiane) des changements projetés (en %) de fréquence des jours/nuits froids/chauds moyennés sur toute la région du Bassin du Congo.

Changements projetés	Scénarios à faibles émissions		Scénarios à fortes émissions	
	2036 – 2065	2071 – 2100	2036 – 2065	2071 – 2100
Nuits froides (en %)	-9 à -7	-10 à -7	-9 à -8	-10
Jours froids (en %)	-8 à -5	-9 à -6	-9 à -6	-10 à -9
Nuits chaudes (en %)	+27 à +43	+29 à +56	+38 à +53	+64 à +75
Jours chauds (en %)	+12 à +21	+13 à +29	+16 à +28	+31 à +54

Source: Haensler *et al.* (2013).

5.3 Précipitations

Selon Haensler *et al.* (2013), les résultats des différentes simulations relatives aux précipitations totales sont moins robustes que ceux concernant la température atmosphérique de surface. Certains modèles prévoient un accroissement des précipitations annuelles dans la majeure partie du Bassin du Congo, tandis que d'autres modèles anticipent une diminution dans les mêmes zones. Néanmoins, ces mêmes auteurs prévoient une tendance générale vers un faible accroissement des précipitations annuelles dans la majeure partie de la région vers la fin du 21^e siècle. On peut pronostiquer une augmentation plus importante des précipitations annuelles sur la région la plus sèche du nord de l'Afrique centrale, ce qui est surtout lié à l'expansion vers le nord de la ZCIT et au fait que les quantités de précipitations sont plutôt modestes sur cette région. Les changements dans les précipitations annuelles seraient probablement compris dans une gamme allant de -10 à +10 % dans la zone la plus humide et de -15 et +30 % dans la zone la plus aride. Des changements drastiques dans les précipitations annuelles futures semblent donc assez improbables.

En revanche, les caractéristiques des pluies vont certainement subir des changements substantiels. La fréquence des événements pluviométriques intenses va probablement augmenter dans le futur



(l'éventail probable pour la plupart des zones est positif et jusqu'à +30%). De même, les modèles prévoient une augmentation substantielle de la fréquence de périodes sèches au cours de la saison des pluies dans la plupart de la région, indiquant une distribution plus sporadique des pluies à l'avenir.

Photo 2.5: Transport de grumes par flottage sur la Mfimi (Bandundu - RDC)

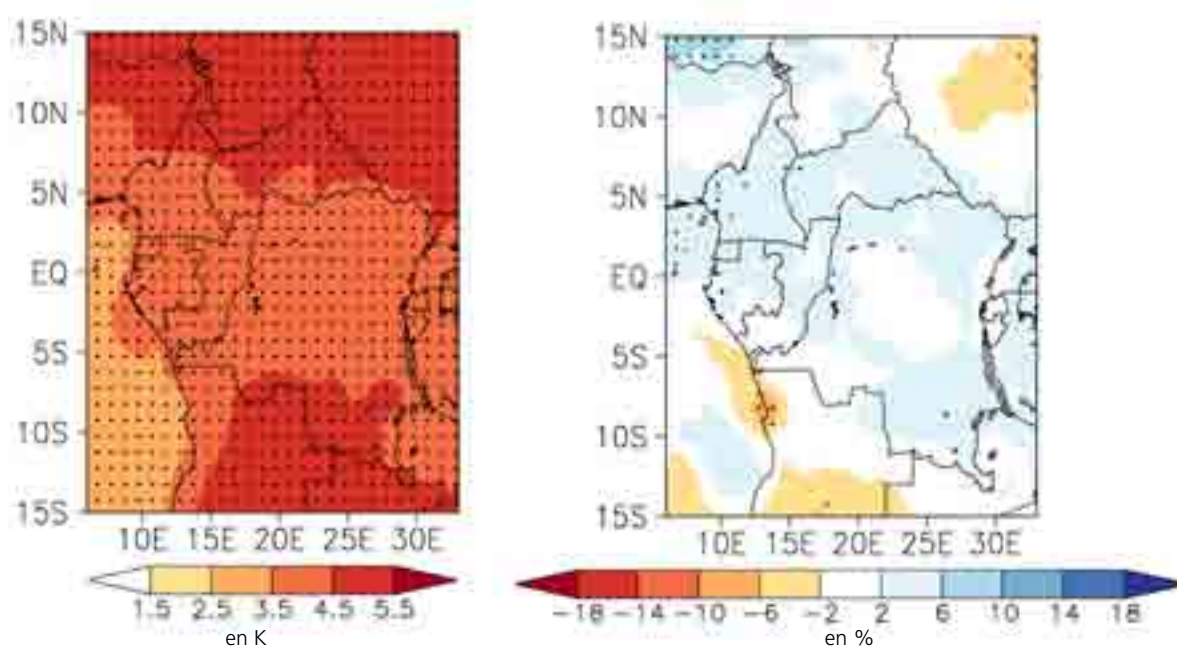


Figure 2.7: Changement prévisible de la température moyenne annuelle (gauche) et des précipitations annuelles totales (droite) à la fin du 21^e siècle (2071 à 2100) selon un scénario de fortes émissions.

Source: CSC (2013).

Le changement décrit à la figure 2.7 correspond au changement médian à partir de 31 prévisions différentes de changement climatique venant de modèles mondiaux et régionaux. Les points noirs soulignent

les régions pour lesquelles la majorité des modèles concordent quant à la direction du changement. Les prévisions de changement dans ces régions sont donc plus robustes que dans les régions sans points.

6. Description du climat actuel et variation des régimes hydrologiques



Photo 2.6: Troupeau de bovins pénétrant dans le parc national du Faro en saison sèche (Cameroun)

Un changement climatique brutal est survenu en Afrique il y a plusieurs décennies avec des impacts variés sur les régimes hydrologiques (Laraque *et al.*, 2001, Mahé *et al.*, 2013). Ces variations de régime hydrologique sont liées à la fois aux changements climatiques et aux activités humaines. L'Afrique centrale semble beaucoup moins impactée par les activités humaines que d'autres régions africaines, ceci étant dû à une densité de population et un développement agricole plus faibles.

En Afrique centrale, les hydrologues ont étudié les régimes hydrologiques de nombreux cours d'eau pendant des décennies depuis les années 1950. Les données sont rassemblées dans le système d'information SIEREM (Boyer *et al.*, 2006; <http://www.hydrosociences.org/sierem/>) et dans l'observatoire HYBAM du bassin versant du fleuve Congo (<http://www.ore-hybam.org>). Ces données sont utilisées pour étudier la variabilité du régime des fleuves en conjonction avec les changements de pluviométrie.

6.1 Tendances globales des régimes hydrologiques des grands bassins versants en Afrique centrale

Les valeurs standards des débits annuels observés sur de longues périodes pour plusieurs bassins versants de grands cours d'eau d'Afrique centrale et occidentale ont été étudiées sur de vastes régions (Mahé *et al.*, 2013). Elles indiquent des différences dans la variabilité interannuelle des débits selon les régions. Des périodes communes de hauts débits et de bas débits ont pu être observées (au cours des années 1910, 40, 60, 70). Mais certaines périodes révèlent des différences dans l'évolution de ces débits (années 50 et 80). Les cours d'eau équatoriaux ne révèlent

aucune tendance interannuelle alors que les cours d'eau tropicaux accusent une diminution des débits depuis les années 70; au contraire, le débit des cours d'eau sahéliens a augmenté depuis les années 80.

6.2 Etude de cas des impacts du changement climatique sur le régime hydrologique du bassin du fleuve Congo

Beyene *et al.* (2013) ont réalisé une évaluation des impacts du changement climatique anticipé sur le régime hydrologique et les variations extrêmes du climat du bassin du fleuve Congo. Le bassin versant de ce fleuve, en dépit de son énorme importance et des implications dans le cycle hydrologique régional, fait l'objet à l'heure actuelle du plus petit nombre d'études d'impacts du changement climatique en Afrique. La modélisation hydrologique de la surface terrestre, a utilisé des données exemptes de biais et des données spatiales climatiques régionalisées provenant de trois MCG (CNCM3, IPSL et ECHAM5) et de deux scénarios d'émissions (A2-élevé et B1-bas), pour simuler les régimes hydrologiques passés et futurs. Les observations historiques de référence provenant du site mondial WATCH, récemment accessible (<http://www.waterandclimatechange.eu/>), et le jeu de données des variables de forçage (mentionné ici comme WFD; Haddeland *et al.* 2011) ont été utilisés pour simuler le statut actuel et futur du régime hydrologique du bassin du fleuve Congo. Les changements dans le régime hydrologique actuel et futur du bassin du fleuve Congo ont été simulés en utilisant le modèle de la capacité d'infiltration variable (CIV) et ont ensuite été évalués (Beyene *et al.*, 2013). Les résultats présentés ci-après concernent les paramètres hydrologiques clés.

6.2.1 Evaporation

Selon Beyene *et al.* (2013) les résultats des simulations indiquent que le changement climatique conduirait à une augmentation de l'évaporation sur l'ensemble du bassin. Le changement est distribué de manière assez uniforme sur l'ensemble du bassin mais l'augmentation d'évaporation serait légèrement plus élevée aux les marges comparée à l'augmentation dans la partie centrale du Bassin du Congo. En moyenne, l'augmentation d'évaporation avant la fin du siècle sera d'environ 10 % pour le scénario d'émissions A2 et de 8 % pour le scénario B1 (Tableau 2.3). Les modèles climatiques différents donnent des résultats similaires et, pour l'ensemble des six scénarios, l'évaporation augmente.

L'augmentation de l'évaporation suite aux changements climatiques a aussi été mise en évidence dans de nombreuses autres études, en particulier si la pluviométrie augmente (Beyene *et al.*, 2013). Il est important de noter ici que le cadre de modélisation de la CIV utilisé pour cette évaluation n'englobe pas l'impact direct de l'enrichissement en CO₂ sur la transpiration des végétaux. Des concentrations plus élevées en CO₂ réduisent la transpiration des végétaux car les stomates des feuilles, à travers lesquels se fait la transpiration, doivent moins s'ouvrir pour absorber la même quantité de CO₂ pour la photosynthèse (Lambers *et al.*, 1998). Il est donc possible que le modèle utilisé surestime l'impact du changement climatique sur l'évapotranspiration totale.

Tableau 2.3: Résumé des changements dans les précipitations, l'évapotranspiration et le ruissellement sur l'ensemble du bassin du fleuve Congo en utilisant les scénarios de changement (moyennes non pondérées des changements sur 30 ans) pour les années 2050 et 2080, pour les scénarios d'émissions SRES A2 (élevé) et B1 (bas), exprimés en pourcentage de changement par rapport à la base historique de simulation (1960 – 2000).

MCG	Précipitations				Evapotranspiration				Ruissellement			
	A2		B1		A2		B1		A2		B1	
	2050	2080	2050	2080	2050	2080	2050	2080	2050	2080	2050	2080
CNCM3	+8	+12	+10	+6	+8	+11	+8	+9	+12	+15	+10	+9
ECHAM5	+6	+21	+8	+15	+13	+17	+3	+5	+16	+60	+24	+42
IPSL4	+11	+9	+5	+13	+9	+12	+9	+11	+19	+6	-3	+20
Moyenne multi-modèles	+8	+14	+8	+11	+10	+10	+7	+8	+15	+27	+10	+23

Source: Beyene *et al.* (2013).

Encadré 2.1 : Ruissellement et débit

Ruissellement : en hydrologie, c'est la quantité d'eau écoulee via les eaux de surface, ce qui comprend non seulement les eaux qui se déplacent à la surface de la terre, mais aussi, celles qui s'infiltrent dans le sol et se déplacent au moyen de gravité vers un exutoire (toujours situé au-dessus du niveau de la nappe phréatique principale). Les eaux de ruissellement comprennent aussi les eaux souterraines qui est réapparaissent à l'air libre (résurgence). Un écoulement qui provient exclusivement d'eaux souterraines est appelé « débit de base », ou ruissellement de beau temps. Il se produit lorsqu'un « canal » croise la nappe phréatique (inspiré d'Encyclopaedia Britannica).

Débit : en hydrologie, le débit d'un cours d'eau est le volume d'eau liquide traversant une section transversale de l'écoulement, par unité de temps. Il comprend tout ce qui est transporté avec cette eau, comme les matières solides en suspension (ex. : les sédiments), les produits chimiques dissous (ex. : le calcaire), des éléments biologiques (ex. : les diatomées) (d'après Wikipédia).



Photo 2.7: L'érosion s'invite sur les chemins d'exploitation délaissés

6.2.2 Ruissellement

Le ruissellement augmente dans la plupart des scénarios de changement climatique évalués (Beyene *et al.*, 2013 ; Tableau 2.3). L'augmentation du ruissellement n'est pas uniformément répartie sur l'ensemble du bassin. Le ruissellement augmente plus particulièrement au centre et à l'ouest de la RDC et au Congo. Le Cameroun et une partie du Bassin du Congo montrent une augmentation du ruissellement relativement élevée. Sur les franges nord, sud et ouest du bassin, les résultats sont considérablement

différents : ici, les augmentations sont insignifiantes et parfois le ruissellement décroît. En moyenne, sur l'ensemble du Bassin du Congo, le ruissellement pourrait augmenter de 15 % avant le milieu du siècle selon le scénario A2 et de 10 % selon le scénario B1 (Tableau 2.3). Avant la fin du siècle, le ruissellement pourrait augmenter de 27 % selon le scénario A2 et de 23 % selon le scénario B1.

Les changements dans le ruissellement dépendent aussi des saisons. Pour les trois modèles climatiques, les différences de ruissellement entre saison sèche et saison des pluies augmentent, indiquant un futur régime hydrologique plus variable. La variabilité s'accroît aussi à l'échelle spatiale. Plus particulièrement, dans les parties centrale et occidentale, plus humides, le ruissellement augmente tandis que sur les bordures plus sèches, le ruissellement augmente à peine ou même diminue selon les scénarios. Des études antérieures sur l'impact du changement climatique sur les caractéristiques hydrologiques du bassin du fleuve Congo montrent des résultats très variables (Beyene *et al.*, 2013). Arnell (2003) a ainsi mis en évidence une diminution possible du ruissellement moyen sur l'ensemble du Bassin du Congo pour 2050, en usant d'un autre ensemble de modèles climatiques. Aerts *et al.* (2006), de leur côté, ont relevé une augmentation possible du ruissellement de 12 % dans le bassin du fleuve Congo pour 2050 comparé aux simulations relatives aux données historiques.

Tableau 2.4 : Changements relatifs prévus du débit annuel moyen du fleuve Congo à Kinshasa pour deux périodes à venir, exprimés en pourcentage de changement par rapport à la période 1960-2000. Trois modèles climatiques différents ont été utilisés en combinaison avec un scénario d'émissions élevées (A2) et un scénario d'émissions basses (B1).

Modèle climatique	2036-2065		2071-2100	
	A2	B1	A2	B1
CNCM3	20 %	5 %	27 %	17 %
ECHAM5	23 %	28 %	73 %	46 %
IPSL4	8 %	1 %	14 %	18 %
Moyenne multi-modèles	17 %	11 %	38 %	27 %

Source : Beyene *et al.* (2013).

6.2.3 Débits

En concordance avec les changements de ruissellement prévus, Beyene *et al.* (2013) trouvèrent que les débits annuels moyens obtenus avec la combinaison de plusieurs modèles pour la station de Kinshasa devraient augmenter de 11 à 17 % d'ici 2050 en fonction du scénario d'émission et de 27 à 38 % d'ici 2080 en comparaison avec la période de référence (1960-2000 ; Tableau 2.4). Il faut noter que les changements de débit simulés par les différents modèles présentaient de fortes différences.

Les augmentations de variations de débit sont particulièrement notables au cours de la saison des pluies. En octobre, novembre et décembre tous les scénarios affichent une augmentation de débit. Au cours de la saison sèche, cependant, les modèles



Photo 2.8: Le fleuve Ogooué en saison sèche, au niveau des portes de l'Okanda (Gabon)

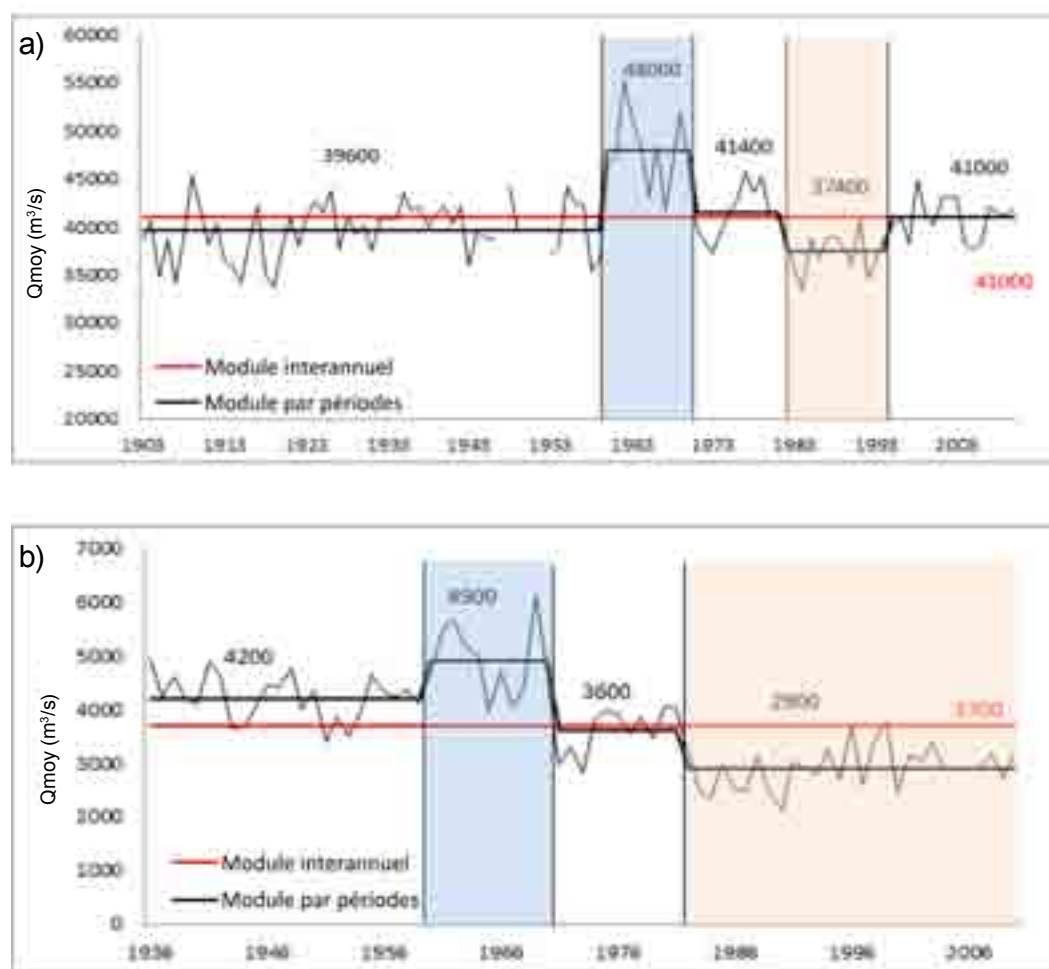


Figure 2.8: Séquençage des débits annuels moyens a) du fleuve Congo à Brazzaville de 1903 à 2010 et b) de la rivière Oubangui à Bangui de 1936 à 2010.

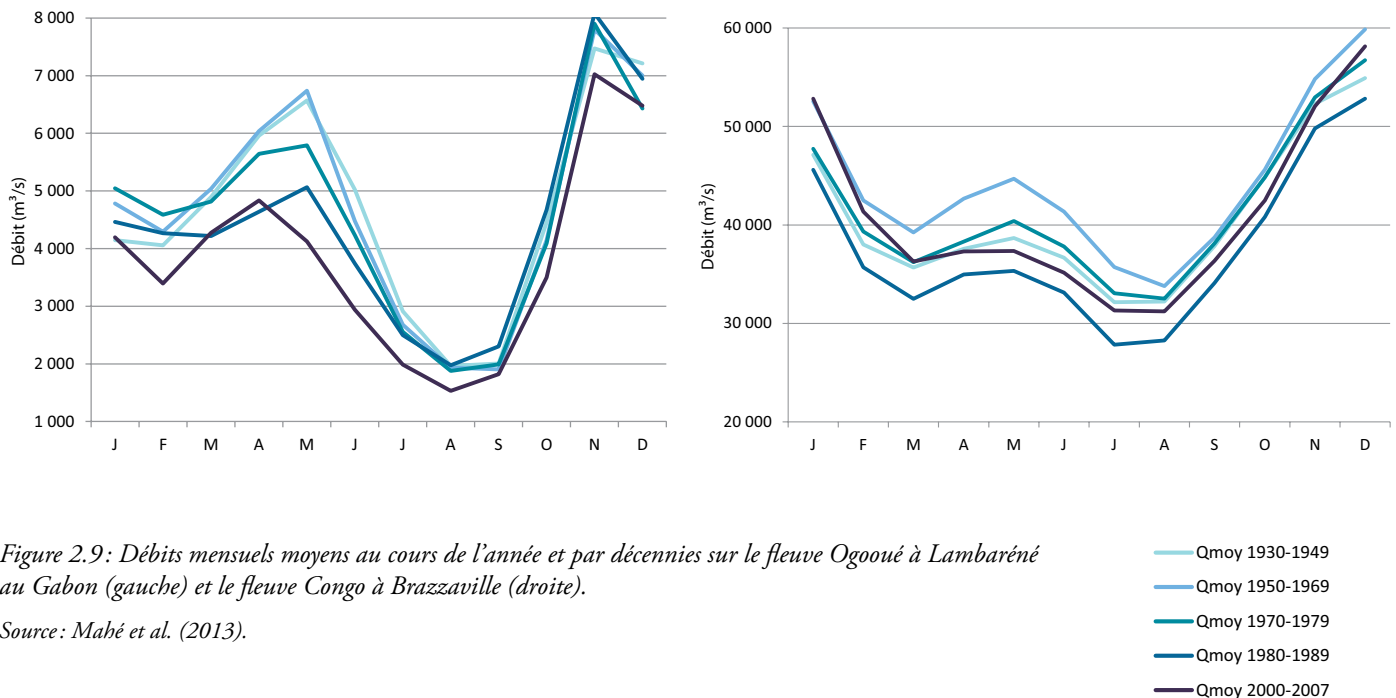
Source : Laraque *et al.* (2013).

CNCM3 et IPSL4 indiquent une réduction des débits pour le 21^e siècle. En particulier, le modèle IPSL4 indique une réduction significative des débits de juin à octobre. Ces résultats montrent que, durant la saison humide, il faut vraisemblablement s'attendre à une augmentation des débits (Beyene *et al.*, 2013). Au cours de la saison sèches, cependant, les résultats sont plus incertains et les débits pourraient soit augmenter soit diminuer. Ainsi, bien que la disponibilité en eau puisse probablement augmenter dans le futur, cela ne signifie pas que la fréquence des épisodes de sécheresses et des périodes de faibles débits va diminuer. Pour tous les scénarios, la différence de débit entre la saison sèche et la saison des pluies va augmenter. Ceci signifie que les extrêmes, qu'ils soient secs ou humides, pourraient augmenter à l'avenir, vers des climats plus saisonniers et de type tropical.

Sur base de mesures de terrain, Mahé *et al.* (1990), Lienou *et al.* (2008) et Laraque *et al.* (2001, 2013) ont détaillé les changements dans les régimes hydrologiques des cours d'eau d'Afrique centrale. Selon ces études, les séries temporelles des débits annuels de ces cours d'eau ne présentent pas de tendance à long terme comme c'est le cas en Afrique de l'Ouest. Néanmoins, une diminution significative dans les débits interannuels du Congo et de l'Oubangui a été relevée, en comparaison avec la moyenne des données d'un siècle (Laraque *et al.*, 2013). Les auteurs mentionnent que, depuis 1995, les débits du fleuve

Congo sont revenus à la normale alors que ceux de l'Oubangui et de la Sangha, malgré une certaine remontée, restent très largement sous les niveaux normaux (Figure 2.8). En 2010 et 2011, les plus bas niveaux depuis 65 ans ont été observés à Brazzaville et, en 2012, l'Oubangui avait atteint son niveau le plus bas depuis un siècle. Selon les auteurs, ces changements semblent mettre en évidence des perturbations climatiques qui affectent plus spécifiquement les régions nord du Bassin du Congo (bassins de l'Oubangui et de la Sangha), au nord de la charnière climatique, régions déjà marquées par des détériorations climatiques.

De plus, des changements significatifs dans les débits saisonniers ont été relevés (Figure 2.9). Pour l'Ogooué et le Kouilou, et pour une partie des rivières du sud du Cameroun, les débits de la période mars-juin ont diminué régulièrement au cours des années 70 et 80, alors que ceux d'octobre-décembre n'ont pas accusé de changement, ou ont présenté une légère augmentation. Même pour l'énorme fleuve Congo, le débit « printanier » est aussi sérieusement réduit, comparé au débit « automnal ». Le pic de débit est aussi observé en avril au cours de la période récente (années 2001 à 2007), plutôt qu'en mai auparavant, ce qui, en dépit de la taille du fleuve Congo, est représentatif de la même tendance que celle de l'Ogooué.



7. Quelques problèmes relatifs au suivi du climat en Afrique centrale

7.1 L'observation du climat en Afrique centrale

En 2000, le Système d'Observation du Climat mondial (GCOS), l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et les services nationaux hydrologiques et météorologiques ont réalisé plusieurs évaluations des systèmes d'observation du climat dans différentes parties du monde. Le résultat de cette évaluation a montré que la densité et la qualité des stations météorologiques en Afrique sont les plus faibles de la planète. De 2001 à 2005, des consultations régionales ont alors été entreprises pour développer des plans d'action régionaux pour l'Afrique. En particulier, le plan d'action UA-NEPAD pour l'environnement et la stratégie régionale de réduction des risques ont souligné le besoin d'améliorer la disponibilité et l'usage des données climatiques comme un moyen de favoriser le développement économique de l'Afrique. Mais, jusqu'à présent, aucune réalisation concrète n'a permis d'améliorer cette situation.

Sonwa *et al.* (2014) mentionnent qu'il existe actuellement 419 stations météorologiques et 230 stations hydrologiques pour l'ensemble des dix pays de la COMIFAC. Certaines de ces stations fournissent des données depuis plus d'un siècle. Les premières

mesures climatiques régulières ont débuté en 1885 et 1889 dans les stations de Douala et de Yaoundé, au Cameroun (Nicholson *et al.*, 2012). Selon ces auteurs, la majorité de ces stations n'ont toutefois entamé des observations que dans les années 1950 et 1960. Depuis les années 1980, plusieurs stations ont malheureusement cessé de fonctionner régulièrement et les séries temporelles sont souvent discontinues, limitant le nombre de stations disposant de séries de données complètes et fiables.

Afin de compenser le manque de données climatiques observées sur le terrain, l'utilisation d'estimations dérivées de données issues de satellites géostationnaires s'est largement répandue. Des études récentes basées sur l'usage de divers satellites ont permis de tester des méthodes de calibration (Munzimi *et al.*, 2015; Washington *et al.*, 2013). Ces études ont eu tendance à adopter des variables de remplacement (ou proxys) en lieu et place des variables climatiques, telles que les débits des rivières pour représenter les quantités de pluies ou l'altimétrie satellitale pour évaluer les ressources en eau et le climat.



Photo 2.9: Dans de nombreuses régions d'Afrique centrale, le transport fluvial reste d'une grande importance (Kindu - RDC)

7.2 Stratégies élaborées par les pays et institutions régionales pour améliorer la disponibilité des données climatiques

7.2.1 Le programme Climat pour le développement (ClimDev-Afrique)

ClimDev-Afrique est une initiative conjointe entre la Banque africaine de développement (BAD), l'Union africaine et la Communauté économique africaine (BAD, 2009). Elle vise à améliorer l'implication des fournisseurs de données climatiques, en

particulier les services météorologiques et hydrologiques et les organisations de recherche, dans des projets de développement de manière à créer des liens directs entre les services procurés par le climat et les priorités de développement. ClimDev permettra un flux continu de données climatiques entre les fournisseurs et les utilisateurs de données. La BAD a été mandatée pour accueillir et gérer un fond spécial pour le programme, appelé le Fond spécial africain ClimDev (FSCD).

7.2.2 Réseau de télécommunication météorologique régional en Afrique occidentale et centrale

Les pays d'Afrique centrale sont membres du Réseau de télécommunication météorologique régional (RTMR) et de l'ASECNA (l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar). L'ASECNA coordonne le réseau de télécommunication satellitaire SATCOM, qui couvre l'Afrique occidentale et centrale y compris Madagascar, et qui supporte les communications des programmes d'aviation civile. Le réseau SATCOM dispose d'assez de capacité pour assurer également les liaisons GTS améliorées (Système mondial de télécommunication de l'OMM), qui sont mises en œuvre par les membres de l'ASECNA. Le réseau SATCOM offre une opportunité unique de moderniser le RTMR d'Afrique occidentale et centrale. Des discussions entre les pays membres sont conduites sur les modalités opérationnelles qui permettraient au réseau SATCOM d'améliorer le RTMR dans les pays de l'ASECNA.



Photo 2.10: Lors de saisons sèches particulièrement marquées, certaines petites rivières peuvent s'assécher complètement

CHAPITRE 3

INTERACTIONS ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES ET LES FORÊTS

Carlos de Wasseige¹, Michael Marshall², Gil Mabé³ G. et Alain Laraque⁴

Avec la contribution de: Andreas Haensler, Fulco Ludwig et Paul Scholte

¹Observatoire des Forêts d'Afrique centrale (OFAC), ²Centre international pour la Recherche en Agroforesterie (ICRAF), ³Institut de Recherche pour le Développement (IRD), HydroSciences Montpellier, ⁴Géosciences Environnement Toulouse (Observatoire Midi Pyrénées, Univ.Toulouse, CNRS, IRD)

1. Introduction

Une vaste connaissance sur les interactions climat-végétation est indispensable pour expliquer l'implication humaine dans les changements de la couverture végétale et du climat.

La mise en évidence de la contribution du système forestier au climat régional conduit naturellement à une réflexion à propos des impacts probables de la perte de couvert forestier, qui est la tendance actuelle, d'une intensité de production agricole accrue et de l'accélération des activités de mise à nu des terres. Cependant, l'impact de telles actions est extrêmement difficile à évaluer car le lien de cause à effet entre la forêt et le climat n'est pas encore clairement compris (Brou Yao, 1997).

En effet, de nombreuses incertitudes persistent encore sur les relations végétation-climat sous les latitudes tropicales et sur la part des activités humaines sur l'évolution actuelle du climat à l'échelle mondiale. Cependant, l'impact de l'homme sur l'état de surface locale est évident ; en tout cas en ce qui concerne la tendance régionale de conversion des forêts où on remarque que des changements hydrologiques sont clairement liés à une augmentation des activités agricoles. Aussi, la relation biophysique entre les types de couvertures du sol et l'environnement atmosphérique local est en principe relativement bien comprise, mais la quantification des processus demeure incertaine.

Avec ces connaissances et ces hypothèses, l'impact humain actuel et futur sur les changements climatiques, à travers les changements de la couverture des sols, peut être étudié, principalement par l'utilisation de modèles. Mais on doit accepter de grandes incertitudes, particulièrement lorsqu'on travaille à différentes échelles.



Photo 3.1 : le Tali (*Erythrophleum ivorense*) est une essence qui présente une grande aire de distribution en Afrique centrale et ailleurs

2. Relations végétation – climat

2.1 Interaction biophysique entre la forêt et le climat

Le système forestier, de par sa grande propension à l'absorption d'énergie solaire et à l'évaporation, joue le rôle d'un gigantesque convertisseur d'énergie. Par exemple, les forêts convertissent l'eau en vapeur d'eau (à l'instar de la transpiration) et fournissent davantage d'ombre qu'un autre couvert végétal, ce qui peut conduire à des températures de surface plus fraîches. En effet, le système forestier absorbe l'énergie solaire pour limiter l'échauffement et pour évaporer l'eau que son système racinaire extrait du sol (Monteny, 1987). Dans les régions tropicales, où les gradients horizontaux de température sont faibles, l'atmosphère est très sensible aux conditions de surfaces terrestres et océaniques (relief, albédo, température, humidité, végétation) qui influencent l'intensité et la distribution des sources et des puits de chaleur (Fontaine *et al.*, 1998a, 1998b).

Les échanges d'énergie résultants, que la forêt entretient avec l'atmosphère, ont une influence sur les paramètres physiques de la masse d'air de la couche atmosphérique la plus proche de la terre (Monteny *et al.*, 1994).

Polcher (1994) répertorie trois caractéristiques qui déterminent la sensibilité du climat aux phénomènes de surface :

(i) La densité du système forestier est telle que l'albédo (pouvoir d'une surface à renvoyer l'énergie solaire incidente vers l'atmosphère) est très faible comparé à celui d'un sol nu ;

(ii) Le taux élevé d'évaporation, comparable à celui des océans, est l'une des principales caractéristiques des forêts dont la densité du feuillage leur permet d'intercepter puis de restituer une grande partie des pluies. Les systèmes racinaires des arbres leurs permettent d'extraire l'eau d'une plus grande portion de sol que ce qui pourrait être fait par n'importe quel autre type de surface ;

(iii) La variation de surface causée par les différentes hauteurs d'arbres qui constituent les forêts génère de la turbulence, ce qui est favorable au déclenchement des précipitations.

L'albédo et l'humidité, étroitement liés, semblent être deux paramètres-clés, dès lors qu'un sol humide, couvert ou non de végétation, possède un albédo plus faible et une capacité d'évaporation plus élevée que le même sol, nu et sec (Fontaine et Janicot, 1993).

Encadré 3.1 : Albédo

L'albédo (α) est le ratio entre la radiation incidente et réfléchie. Il varie entre 0 pour un objet parfaitement noir qui absorbe la totalité de la radiation incidente et 1 pour une surface qui la réfléchit totalement. Il dépend de la longueur d'onde, mais le terme général se rapporte habituellement à une moyenne appropriée à travers le spectre de lumière visible, ou à travers l'ensemble du spectre de la radiation solaire.

Source : http://www.elic.ucl.ac.be/textbook/glossary_a.html#albedo

Dans les régions tropicales, la forêt dense est étroitement intégrée dans le cycle de l'eau.

Les quantités d'eau précipitées sur le continent proviennent de la condensation de la vapeur d'eau accumulée dans la masse de l'air océanique lorsqu'elle passe au-dessus de l'océan. Aussi, par évapotranspiration, la végétation recycle l'humidité localement et influence la distribution régionale des précipitations (Bigot, 1997 ; Bonell, 1998). En effet, la couverture du sol dans le Bassin du Congo influence les pluies au Sahara, en Ethiopie et dans d'autres parties du continent.

La concentration de la vapeur d'eau dans la masse d'air qui provient de l'océan, puis qui se déplace alors à travers le continent, dépend aussi du processus d'évaporation de l'interface végétation-atmosphère. Il a été montré en Afrique centrale (Figure 3.1) qu'une grande portion du transfert d'humidité vers l'atmosphère (via évapotranspiration), contribue à la formation des systèmes nuageux (Bigot, 1997). La pluie associée à ces systèmes de convection dépend, non seulement du flux de la mousson, mais aussi du recyclage de l'humidité par la forêt (Cadet and Nnoli, 1987).



© Frédéric Sepulchre

Photo 3.2 : La forêt et la vapeur d'eau sont intimement liées dans les fonctionnements écophysiologiques

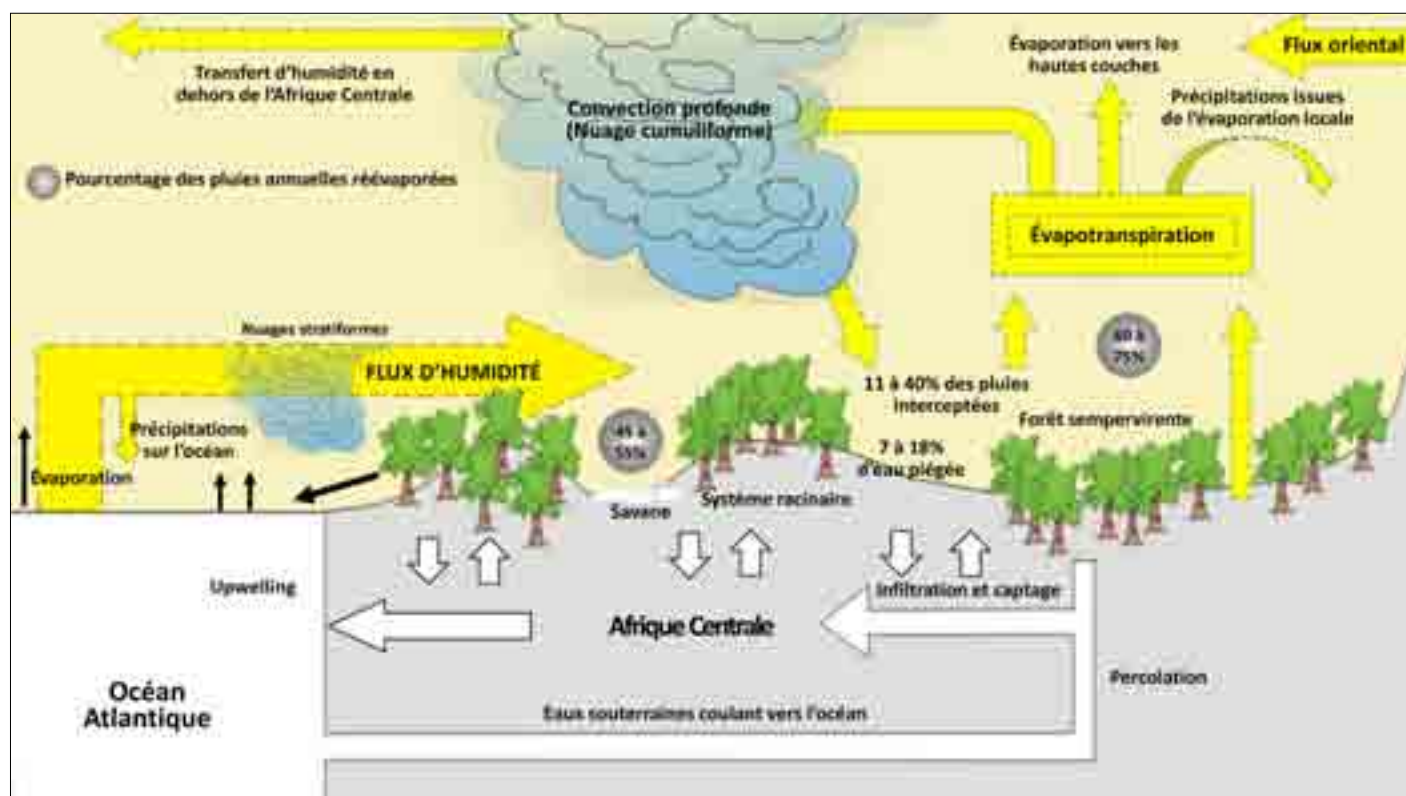


Figure 3.1: Principales interactions entre le cycle de l'eau et l'interface océan-atmosphère-forêt

Source: Bigot, 1997

Le système forestier est à la fois un récepteur de précipitations (particulièrement les pluies de mousson), et un générateur de pluies à l'échelle locale par le biais de l'évapotranspiration (Bigot, 1997). Il réinjecte dans l'atmosphère l'équivalent de plus de 50 % des précipitations annuelles. Aussi,

les forêts peuvent-elles réduire le ruissellement de surface et améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol, ce qui conduit à un stockage accru de l'humidité du sol (Jose, 2009).

2.2 Histoire de la végétation en relation avec le climat

Cette section du texte est largement inspirée de l'excellente publication de Mahé *et al.*, 2004.

L'histoire des forêts denses et de leurs dynamiques peut être reconstituée par l'étude des pollens fossiles ou, plus rarement, des fossiles de bois et de charbon, à travers des disciplines comme la palynologie, la paléobotanique ou l'anthracologie.

Grâce à des progrès récents dans le domaine de la paléoécologie, il a été montré que les forêts denses, comme celles d'Afrique, ont subi de profonds changements en réponse aux changements climatiques.

La fin du Crétacé, environ 120 millions d'années avant les temps présents (AP), marque une période de conversion floristique des forêts tropicales. En effet, les formes dominantes des végétaux gymnospermes furent remplacées par des formes de végétaux angiospermes. Depuis cette époque, les forêts denses tropicales africaines, sont presque exclusivement constituées d'angiospermes. Initialement, les forêts denses africaines étaient caractérisées par un grand nombre de palmiers qui devinrent relativement rares, et il y a environ 40 millions d'années (Eocène supérieur) la composition floristique de ces forêts commença à ressembler à leur état actuel (Maley, 1990, 1996).

Les irrégularités des données dans l'espace et dans le temps ne permettent pas de proposer un schéma très précis de distribution des différents types d'écosystèmes forestiers du passé. Cependant, la principale perturbation des forêts tropicales peut être interprétée dans un contexte global de variations de température, et en particulier de phases de refroidissement (Maley, 1996). De toute évidence, les phases d'extension des forêts furent associées à une période humide. Les périodes sèches eurent un impact direct sur la végétation

qui s'éclaircissait et s'asséchait, résultant dans une régression des forêts et une progression de la savane. Progressivement, un schéma de climats saisonniers alternant saison sèche et saison humide s'est mis en place.

Jusqu'au début du Quaternaire (approximativement 2,5 millions d'années AP), il y eût une succession de climats secs et humides contrastés. Ces variations devinrent moins fortes avec un impact atténué sur la végétation.

Encadré 3.2: Facteurs déterminant la couverture forestière pendant les périodes glaciaires et interglaciaires

Les périodes glaciaires contrôlaient le niveau des océans; l'extension des calottes glaciaires due à une plus grande surface d'eau gelée aux pôles conduisit à une diminution du niveau des mers (par exemple, le niveau de la mer était plus bas de 120 m vers 18 000 avant notre ère, au cours du pic de la dernière glaciation). Ceci induisit une perturbation dans la quantité de surface aquatique soumise à l'évaporation. En même temps, la température globale chutait. Cette perturbation synchronisée, d'un bas niveau des eaux et de températures plus basses, produisit une réduction de la quantité de vapeur d'eau dans l'air et donc une diminution des précipitations. Sur le continent, cette diminution de précipitations conduisit à une régression des forêts et parallèlement à une expansion de la savane et des zones ouvertes.

Au cours de la période interglaciaire, le phénomène inverse (quand la calotte polaire de glace fondit en combinaison avec une augmentation globale de la température) entraîna une augmentation du niveau des mers. L'évaporation augmenta alors. Associée à l'augmentation de l'évapotranspiration de la végétation, la quantité de vapeur d'eau dans l'air s'accru aussi et causa davantage de précipitations. Sur le continent, l'augmentation des pluies conduisit à une expansion des forêts et, parallèlement, à une régression de la savane et des zones ouvertes.

Par exemple, l'apogée de l'extension des forêts africaines semble avoir été concomitante avec une élévation brutale des températures de la surface des mers dans le Golfe de Guinée (Maley, 1997). Les moussons collectent l'humidité de l'Atlantique occidental et l'élévation de la température de l'eau a pour conséquence d'augmenter rapidement la pression de vapeur d'eau et ultimement d'accroître les pluies sur le continent voisin.



Photo 3.3: Un facteur primordial pour le développement des forêts, est la quantité de lumière parvenant dans les différentes strates

La période entre 2,5 millions d'années et 20 000 ans avant notre ère, connue sous le nom d'ère glaciaire et périodes interglaciaires, commença avec une phase aride et fut marquée par une expansion significative des savanes. Vint alors une augmentation progressive de l'ampleur de la variation glaciaire marquée par deux phases principales: la première intervint entre 2,5 millions d'années et 800 000 ans AP, et fut caractérisée par des cycles de glaciation/inter-glaciation d'environ 40 000 années; la seconde, entre 800 000 ans AP et l'ère actuelle est caractérisée par des cycles dominants d'environ 100 000 années.

Les données indiquent qu'entre 70 000 et 40 000 ans avant notre ère, cette région était relativement sèche. À l'échelle mondiale, la période de refroidissement maximum survint entre 20 000 et 15 000 ans AP. Par conséquent, les moussons furent fortement réduites ce qui causa une réduction des surfaces forestières. De telles réductions résultèrent en une série de zones forestières isolées, non loin de la côte du Golfe de Guinée et d'autres, proches du centre du

Bassin du Congo (forêts riveraines) ainsi qu'au pied des montagnes du Rift africain (Maley, 1996, 1997).

La dernière expansion forestière commença à partir de 15 000 ans AP et atteignit son apogée vers 9 500 ans AP dans le dernier cycle de glaciation. Ceci correspondit à la phase climatique la plus chaude pendant laquelle les masses de glace des deux calottes glaciaires furent réduites. Mais il y eût une interruption majeure vers 2 800 ans AP dans le sud

du Cameroun et dans l'Ouest congolais (Maley et Brenac, 1998; Maley *et al.*, 2000; Vincens *et al.*, 2000). Des conditions de sécheresse extrême furent présentes dans ces régions entre 2 800 et 2 000 ans AP, facilitant l'expansion des savanes et des zones ouvertes. Cette phase climatique particulière semble avoir engendré une accentuation de la saisonnalité due à un raccourcissement des saisons des pluies annuelles (Maley, 1997).

3. Impact de la variation climatique sur la végétation

Les changements de couvert forestier peuvent être rapprochés aux variations climatiques sur le long terme (Sultan *et al.*, 2001; Mahé *et al.*, 2005). Longs termes qui sont des échelles de temps beaucoup plus longues que ce qui est observé depuis plusieurs décennies dans la variabilité du régime des rivières équatoriales africaines. La variation climatique est définie comme étant la distribution des éléments climatiques autour de valeurs moyennes calculées sur 30

ans; cette variabilité naturelle est une caractéristique intrinsèque du climat (Janicot, 1995).

La variabilité espace-temps du climat dépend principalement de l'interaction entre les conditions de surface (température, albédo, humidité) et l'atmosphère: relation matérialisée par les flux d'air et les flux de chaleur sensible et latente.

3.1 Cadre de vulnérabilité

La vulnérabilité peut être définie comme «le niveau de capacité – ou d'incapacité – d'un système à faire face aux effets défavorables des changements climatiques, que ce soit la variabilité climatique ou les phénomènes extrêmes» (GIEC TRE GT II, 2003). Le cadre de vulnérabilité [$V = f(E, S, A)$] considère la vulnérabilité (V) comme une fonction (f) de l'exposition (E), de la sensibilité (S) et de l'adaptation (A) aux changements climatiques. Cette fonction peut aussi être appliquée au secteur forestier (Locatelli *et al.*, 2008, voir Figure 3.2).

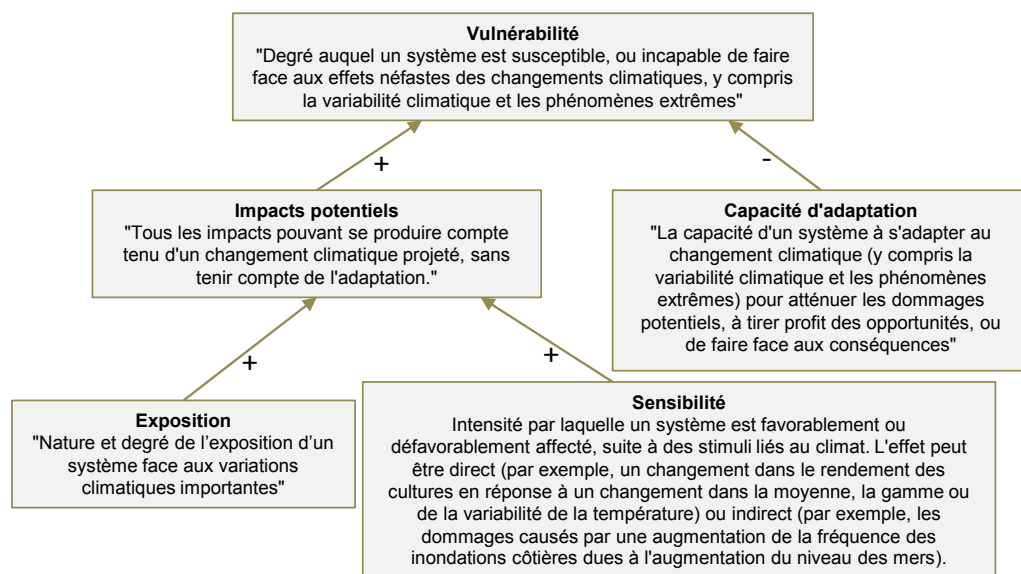


Figure 3.2: Les composantes de la vulnérabilité (définitions extraites du GIEC: McCarthy et al., 2001). Les signes sous les flèches signifient qu'une forte exposition, une forte sensibilité et une faible capacité d'adaptation résultent en une forte vulnérabilité.

Adapté de Locatelli et al., 2008.

3.2 Impacts directs

Le changement climatique est supposé avoir une série d'impacts sur les écosystèmes forestiers. Néanmoins, les effets du CO₂ et de la température sur la croissance des forêts tropicales ne sont pas encore totalement compris. Habituellement, il semble qu'une plus grande teneur en CO₂ atmosphérique peut accroître la croissance des forêts et la fixation

de carbone. De plus hautes températures, cependant, peuvent avoir des impacts négatifs sur la croissance des forêts et dès lors réduire la quantité de carbone de ces dernières (Jupp et al., 2010). Aussi, le changement climatique peut-il affecter la reproduction des forêts, et causer leur déclin ?



Photo 3.4: Contrairement à la forêt, la combustion d'énergie fossile n'est pas renouvelable

Futures tendances possibles dans la réponse de la forêt à l'évolution du climat

Les analyses d'impacts montrent qu'il est peu probable que le Bassin du Congo connaisse un déclin de la croissance forestière comme cela est parfois prédit pour le Bassin amazonien comme conséquence du changement climatique. À l'inverse, il pourrait y avoir une augmentation modérée dans le carbone de l'écosystème, incluant le carbone de la végétation et celui du sol (Figure 3.3). Selon l'évolution du climat, il pourrait aussi y avoir des conversions de l'occupation du sol, notamment

entre les écosystèmes forestiers et les savanes. Sur base des analyses, le scénario futur le plus probable comprend une expansion modérée des forêts sempervirentes au détriment des savanes et des steppes au nord et au sud des zones actuelles de transition savane-forêt. Il demeure une vaste plage d'incertitude dans les évaluations du modèle, mettant en évidence l'importance de récolter de nouvelles données de manière à améliorer les prévisions (p.ex. la biomasse dans le centre du Bassin du Congo et les réponses des forêts au climat changeant et aux concentrations de CO₂).

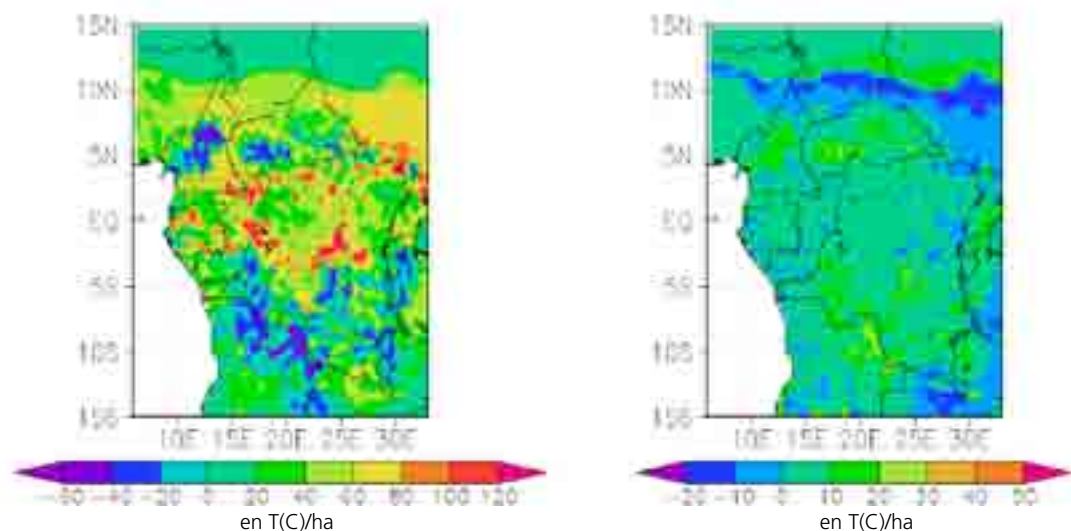


Figure 3.3: Projection de changement pour la fin de ce siècle (moyenne de la période 2071-2100 par rapport à la moyenne de la période 1961-1990) selon un scénario à fort taux d'émission. La figure de gauche montre les changements du potentiel carbone d'origine végétale; celle de droite les changements du potentiel carbone du sol. La somme de ces deux figures indique le changement du carbone total de l'écosystème. Les changements du potentiel carbone de la végétation et du sol sont calculés à l'aide du modèle Lund-Potsdam-Jena-managed lands (LPJ-ml) en combinaison avec un seul modèle climatique (ECHAM5).

Source: CSC, 2013

3.3 Impacts indirects

Les effets du changement climatique sont souvent indirects, par exemple en affectant la fréquence et l'ampleur des feux ou des maladies, ou en modifiant les comportements d'espèces nuisibles. Pendant les années «El Niño» en 1983, 1987 et 1997, les feux furent particulièrement destructeurs dans le sud-est du Cameroun. Les effets du changement climatique peuvent accélérer la perte de biodiversité à travers la disparition d'espèces ou en réduisant la résistance d'écosystèmes sévèrement perturbés. Le climat peut avoir des effets immédiats et durables sur l'hydrologie (Li *et al.*, 2007), qui par ricochet peuvent avoir un impact sur la végétation.

L'impact du changement climatique sur les régimes hydriques a déjà affecté la végétation. Avant la forte baisse du niveau des eaux du Lac Tchad, la végétation dans le nord du Bassin du Congo était principalement composée de *Phragmites*, *Cyperus papyrus*, *Vossia*, *Typha*, *Potamogeton* et *Ceratophyllum*. La baisse du niveau du lac a induit d'importants changements de végétation et, en 1976 déjà, l'essentiel de la végétation n'était plus constitué que de *Vossia* et de *Aeschynomene sp.* (Olivry, 1986). Des changements de végétation aquatique furent aussi observés dans la plaine inondable de Logone dans le nord du Cameroun où les inondations ont diminué

depuis les années 70 suite à la construction d'un barrage en amont. Certaines espèces de plantes caractéristiques des zones inondables, comme *Vetiveria*

nigritana et *Echinochloa pyramidalis*, furent remplacées par d'autres espèces, en particulier *Sorghum arundinaceum* (Scholte *et al.*, 2000 ; Scholte, 2007).

4. Impact de la déforestation sur les caractéristiques climatiques (température, pluviométrie)

Encadré 3.3: Chaleur latente et chaleur sensible

La chaleur latente et la chaleur sensible sont deux types d'énergie libérée ou absorbée dans l'atmosphère.

La chaleur latente (« latente » signifie « cachée ») est associée à un changement d'état entre les phases liquide, gazeuse et solide d'une substance. La chaleur latente est absorbée quand une substance passe de l'état solide à l'état liquide et de l'état liquide à l'état gazeux, et elle est relâchée quand la vapeur se condense en un liquide et quand un liquide se fige en un solide.

La chaleur sensible est associée à un changement de température d'un gaz ou d'un objet sans qu'il n'y ait changement d'état.

La vapeur d'eau est un gaz à effet de serre présent dans l'atmosphère et est un élément très important pour la formation des nuages. Les nuages se forment quand l'humidité contenue dans de l'air chaud montant se refroidit et se dilate dans l'atmosphère. Si l'air est sec ou non saturé, les nuages ne se forment probablement pas car la quantité de vapeur d'eau dans l'air est trop faible pour qu'il y ait condensation. Si par contre, l'air est humide ou saturé, la vapeur d'eau se condense pour former de petites gouttelettes d'eau qui constituent la base des nuages. Quand ces molécules de gaz se condensent en gouttes liquides, la chaleur latente est relâchée dans l'atmosphère ce qui réchauffe l'air environnant la molécule. Ceci contribue à augmenter l'instabilité dans l'atmosphère et cet air chaud voisin de la molécule a tendance à monter. L'air chaud est moins dense que l'air froid parce que les molécules dans l'air chaud circulent beaucoup plus vite et s'écartent davantage les unes des autres.

Source : <https://www.nc-climate.ncsu.edu/edu/k12/lsheat>

Les conditions de surfaces, plus particulièrement la couverture végétale des forêts denses et la couche supérieure des océans ont un effet significatif sur le cycle de l'eau atmosphérique et aussi sur les mouvements verticaux au sein de l'atmosphère tropicale.

La déforestation peut significativement changer l'eau de surface et l'équilibre énergétique de multiples manières et donc affecter la température et l'humidité atmosphériques, le développement de la couche de transition atmosphérique, et les processus météorologiques et climatiques à l'échelle des continents (Niyogi *et al.*, 2009).

La conversion des forêts en terres agricoles et autres types d'utilisation du sol accroît la portion de sol nu exposée aux rayons du soleil et donc accroît l'albédo, ce qui diminue la radiation solaire absorbée par la surface et donc l'énergie disponible pour les flux de chaleur sensible et latente.

Considérant ces mécanismes, le rôle de la déforestation, particulièrement dans la région du Bassin du Congo, dans la compréhension du climat africain et du changement climatique a reçu relativement peu d'attention.



Photo 3.5: Camp de base en construction pour l'exploitation forestière

À ce jour, dans la région du Bassin du Congo, la recherche, s'est principalement concentrée sur des facteurs « globaux » du climat et des futurs changements, comme le réchauffement de la surface des mers et l'augmentation des émissions de CO₂, et a ignoré la déforestation et les autres facteurs « terres », parce que l'association terre-atmosphère est considérée comme un phénomène fortement localisé (Koster *et al.*, 2004).

De plus, plusieurs incertitudes et biais dans les modèles utilisés pour simuler ces processus peuvent occulter leur importance (Pielke *et al.*, 2007). Ces incertitudes et biais comprennent: (i) la résolution spatiale à laquelle les processus sont modélisés, souvent trop grossière pour appréhender la structure spatiale affinée de la déforestation (Brunsell et Anderson, 2011); (ii) l'eau du sol est habituellement ignorée ou simulée en utilisant un modèle simpliste du type « couche » qui ne prend pas suffisamment en compte la saturation du sol ou son influence sur les remontées d'humidité (Ferguson et Maxwell, 2011); (iii) chaleur sensible et chaleur latente sont difficiles

à distinguer (de Noblet-Ducoudré *et al.*, 2012); (iv) des études qui simulent des processus en utilisant un modèle unique du climat global couplé à un modèle de surface des terres au lieu d'un ensemble multi-modèles; et (v) la déforestation est présumée être un phénomène linéaire ou statique (Pielke *et al.*, 2011). Dès lors, la sensibilité du climat tropical à la conversion des forêts demeure ouverte au débat.

Au niveau régional, l'impact de la déforestation sur le climat est estimé davantage en regard des émissions de carbone, de l'augmentation des températures et de l'équilibre pluviométrique. L'impact de la déforestation sur le climat local est davantage étudié à travers des caractéristiques telles que le flux d'énergie, l'humidité, l'évapotranspiration, les propriétés du sol et l'albédo. Actuellement, il y a de plus en plus de preuves démontrant l'impact de la déforestation sur le climat local dans le Bassin du Congo étendu, tandis que son impact sur le climat régional (africain) est moins clair et que les connexions mondiales sont inconnues (Lawrence et Vandecar, 2015).

4.1 La déforestation et ses effets sur le climat local

L'impact de la suppression de la forêt sur la relation pluviométrie/ruissellement semble dépendre du type de système climat/végétation.

Dans les zones sahélo-soudaniennes, la suppression de la forêt, associée à une augmentation des activités agricoles, induit rapidement une déstructuration des horizons supérieurs du sol dans lesquels la perméabilité décroît et le coefficient de ruissellement augmente (Mahé et Paturol, 2009; Descroix *et al.*, 2010). Mais dans les régions tropicales et équatoriales plus humides, une telle correspondance n'est pas observée.

La diminution de la couverture forestière a donc un impact direct sur l'augmentation du ruissellement dans les bassins sahéliens. En régions équatoriales, bien que les régimes des rivières aient été bien étudiés, on doit encore étudier le lien possible entre les changements de la couverture forestière et les changements intra-saisonniers des régimes des rivières équatoriennes.

Les hydrologistes de l'ORSTOM (IRD) ont étudié les régimes de nombreuses rivières durant des décennies depuis les années 50. Les données sont rassemblées dans le système d'information SIEREM

(Boyer *et al.*, 2006) (<http://www.hydrosciences.org/sierem/>) et dans l'observatoire Hybam (<http://www.ore-hybam.org>) pour le Bassin du Congo. Ces



Photo 3.6: Si la forêt succède à la forêt dans le processus de production du charbon de bois, le bilan carbone serait proche de zéro

données sont utilisées pour étudier la variabilité des régimes des rivières, qui peuvent être reliés aux changements de la pluviométrie, mais aussi aux changements de la couverture forestière. Les études portant sur l'impact de la coupe des forêts sur les régimes des rivières ne sont pas nombreuses et elles se rapportent souvent à des bassins expérimentaux de très petites dimensions (Fritsch, 1990).

Dans les régions équatoriales humides, l'impact majeur de la conversion des forêts est de réduire l'évapotranspiration locale, donc de réduire la quantité totale de vapeur d'eau disponible à travers le recyclage local des pluies de mousson. À cause du manque de mesures directes, il est très difficile d'estimer les impacts d'une conversion massive des forêts sur la dynamique climatique aussi bien que sur l'évapotranspiration.

La perte de couvert forestier déclenche une augmentation d'albédo et une diminution de l'énergie disponible, conduisant à une diminution de la chaleur latente en faveur de la chaleur sensible. La couverture nuageuse ne change pas significativement, mais la radiation dans la frange basse des longueurs d'onde, elle, augmente comme résultat du réchauffement de l'atmosphère provenant de l'augmentation

de la chaleur sensible, qui compense des pertes nettes de radiation dues à l'albédo.

La déforestation peut aussi diminuer la pluviométrie en affaiblissant le couplage direct, le couplage local et le recyclage indirect (Makarieva *et al.*, 2013).

Le couplage direct est le phénomène selon lequel la pluie est recyclée dans l'air par évaporation à partir du sol nu et par transpiration à partir des stomates des plantes (évapotranspiration – équivalent en masse de la chaleur latente). Moins d'arbres signifie moins d'humidité disponible pour ce phénomène.

Avec le couplage local, la déforestation diminue la rugosité de la surface, ce qui peut supprimer la turbulence de la couche de transition durant la journée ainsi que l'instabilité nécessaire pour la formation des nuages (radiation dans la frange basse des longueurs d'onde augmentée) et des pluies (Santanello *et al.*, 2007).

Finalement, avec le recyclage indirect, de grandes masses d'air humide en provenance des océans, et qui autrement auraient été préservées du séchage par l'évapotranspiration des forêts, perdent de l'humidité nécessaire au développement des orages.

4.2 Impact de la déforestation à un niveau régional

Des scénarios multiples sur le climat et les terres indiquent que la déforestation dans la région pourrait conduire à un réchauffement compris entre 2 et 4°C dû à une diminution de l'évapotranspiration (chaleur latente) et de l'ombre, combinée à un forcing accru résultant d'une séquestration plus faible des gaz à effet de serre (Figure 3.4) (Akkermans *et al.*, 2014; Nogherotto *et al.*, 2013). Le changement de température est moins sévère sur la face atlantique et la frontière Est de la République démocratique du Congo, car la chaleur latente est considérablement plus élevée dans ces zones et donc moins sensible aux changements de température. Le couplage direct et local d'humidité sous les scénarios sont aussi censés s'affaiblir, ce qui conduit à une diminution de la pluviométrie de 5 à 10 % sur la plus grande partie de la région (Figure 3.5).

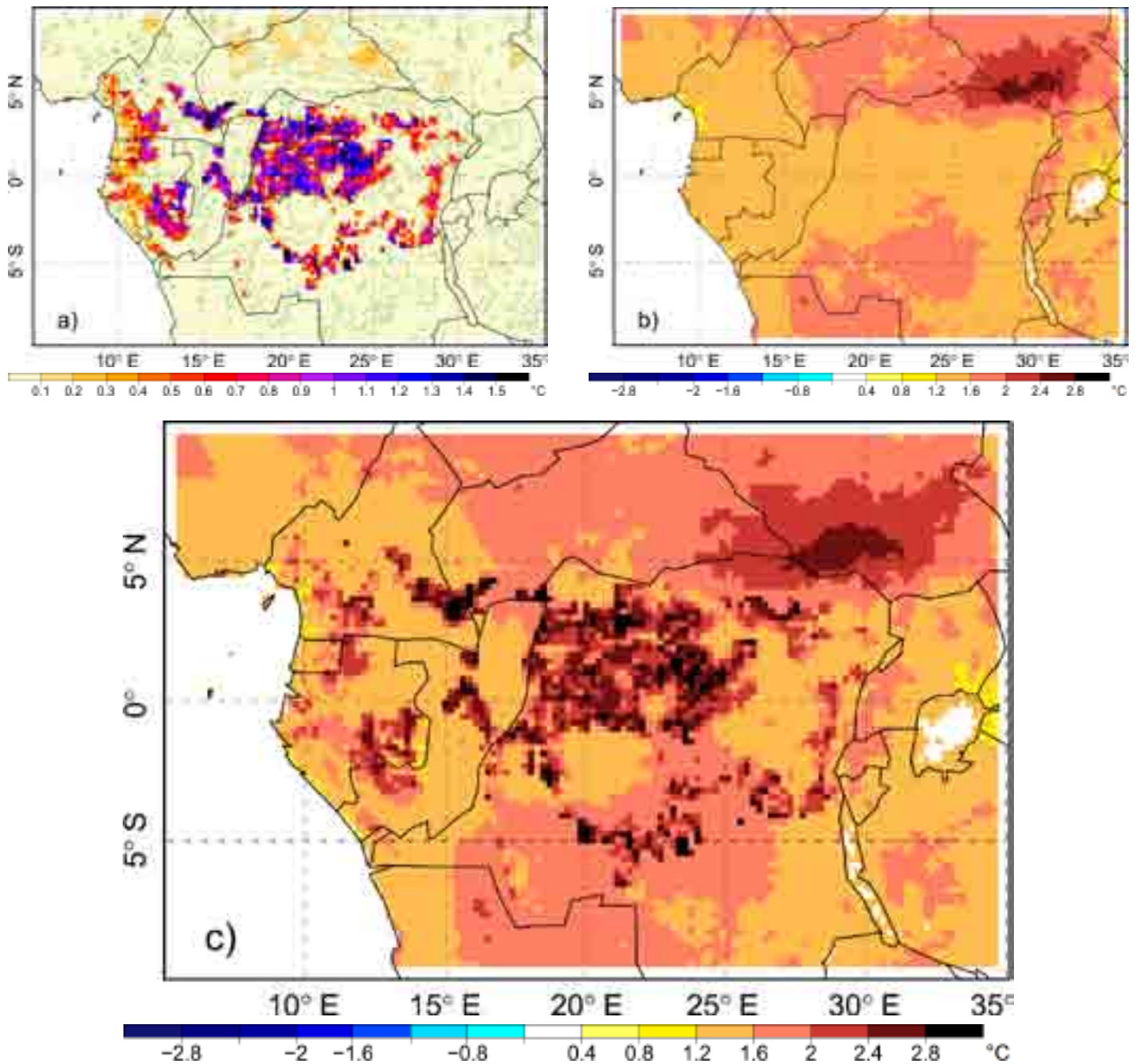


Figure 3.4: Changement de la température moyenne (°C) dû à la conversion de forêts en d'autres utilisations des terres pour la période 2041-2060 (a) résultant directement de modifications dues à l'eau et à l'équilibre énergétique; (b) indirectement d'un forcing accru des gaz à effet de serre; et (c), (a) et (b) combinés

Source: Akkermans et al. (2014).

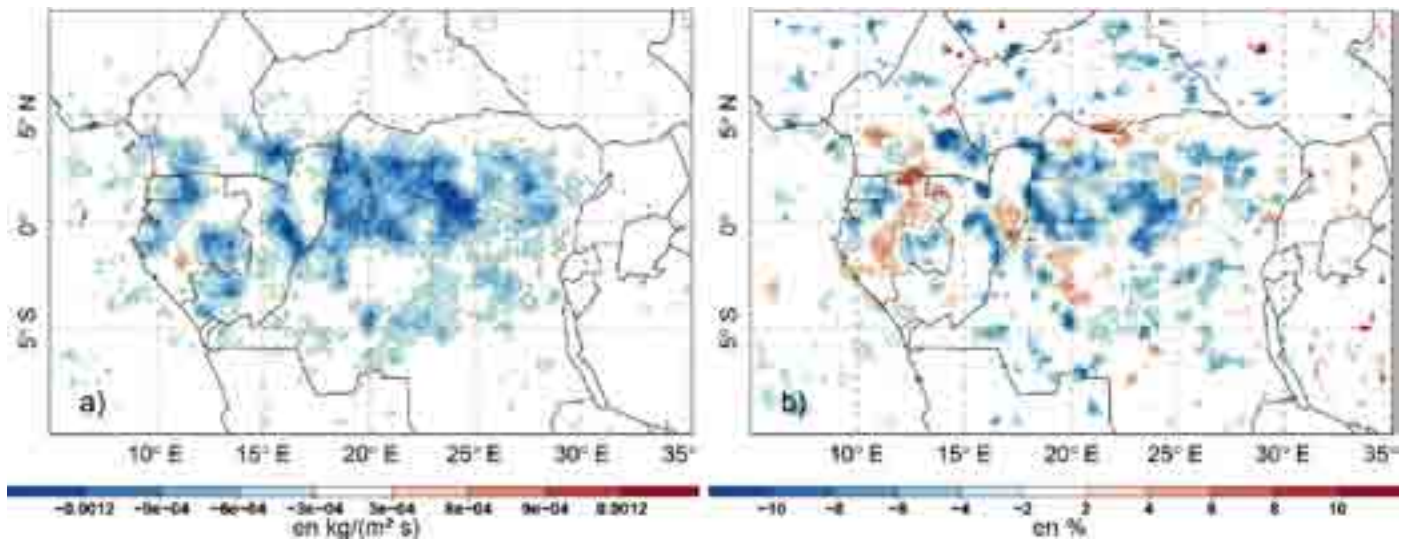


Figure 3.5: Conséquences des changements occasionnés par la conversion de forêts en parcelles agricoles ou autres formes d'utilisation des terres dans le Bassin du Congo de 2041 à 2060 sur (a) la variation de densité des flux ascendants (en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)¹⁸ à hauteur de base des nuages et (b) la pluviométrie (en %).

D'après Akkermans et al. (2014).

18 Cette unité correspond au déplacement d'un fluide de masse volumique ρ exprimée en kg/m^3 (dans ce cas l'air) et de vitesse v exprimée en m/s .

L'augmentation des températures de surface et la diminution de la pluviométrie vont essentiellement intensifier la convection (basse) dans la région du Bassin du Congo étendu, mais il fera plus chaud et moins humide que maintenant. La convection est supposée intensifier la Mousson Ouest africaine (MOA), ce qui conduira à une augmentation des pluies dans des endroits bien plus distants, tels que le Sahel et les montagnes éthiopiennes (côte guinéenne). Cependant, la pluviométrie basée sur les données de la télédétection (Spracklen *et al.*, 2012) et sur les données isotopiques (Levin *et al.*, 2009) fournit un scénario alternatif. L'humidité de la MOA dans le Sud Soudan et dans les montagnes éthiopiennes (et

dans une moindre mesure dans l'Ouest du Sahel) a son origine dans l'océan Atlantique mais doit d'abord passer au-dessus du Bassin du Congo. La couverture forestière et l'évapotranspiration dans la région paraissent agir comme un tampon contre la perte d'humidité lorsque les masses d'air chaud et humide de la MOA se déplacent vers les terres (recyclage indirect). Si les forêts n'étaient pas présentes ou si elles étaient sévèrement dégradées, ces masses d'air s'assècheraient, laissant peu d'humidité pour le développement des orages et des pluies au-dessus de la majeure partie du Sahel et des montagnes éthiopiennes pendant la saison critique de la MOA dans le futur.

CHAPITRE 4

VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION DES FORÊTS ET DES COMMUNAUTÉS EN AFRIQUE CENTRALE

Richard Eba'a Atyi¹, Eugene Loh Chia¹, Alba Saray Pérez-Terán¹

Avec la contribution de: Richard Sufo-Kankeu, Carlos de Wasseige, Martin Tadoum

¹CIFOR

1. Introduction

Il y a de plus en plus de preuves que le climat mondial est en train de changer. Les impacts et les réponses au changement climatique vont varier d'une région à l'autre et d'un pays à l'autre compte tenu des différences dans la dynamique des ressources naturelles, institutionnelles et dans la capacité de

gouvernance. Il est important pour les pays d'Afrique centrale de reconnaître le risque induit par le changement climatique sur les systèmes qui supportent la vie dans la région. Ceci est pertinent pour la conception et la mise en œuvre d'une politique en relation avec les besoins financiers, de gouvernance et techniques.

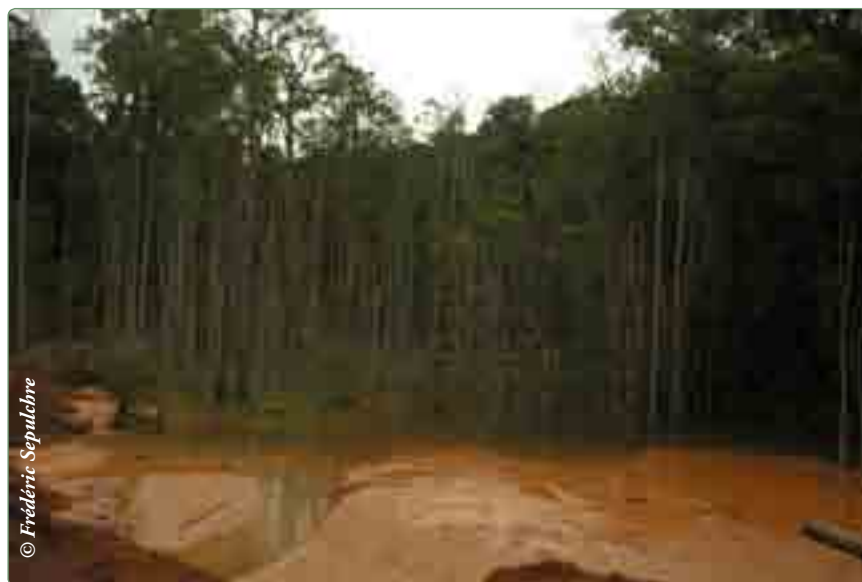
2. La vulnérabilité au changement climatique en Afrique centrale

2.1. Vulnérabilité des écosystèmes forestiers et des personnes au changement climatique : pourquoi l'adaptation est-elle importante pour la région ?

Beaucoup d'études sur la vulnérabilité se concentrent sur les régions arides et semi-arides du continent africain, accordant moins d'attention à la région de l'Afrique centrale. Cependant, des faits récents montrent que ses forêts et ses populations sont aussi vulnérables aux changements climatiques (CSC, 2013). La région va connaître une augmentation de la variabilité climatique et des changements dans les systèmes hydrologiques. Parallèlement, on s'attend à ce que les variations entre les saisons et d'une année à l'autre deviennent plus fortes. La région va très probablement souffrir de pluies plus intenses et d'inondations éclairs pendant les saisons des pluies, alors que la saison sèche pourrait devenir soit plus sèche, soit plus humide. On s'attend à ce que les températures proches de la surface augmentent dans le futur (de Wasseige *et al.*, 2014) (voir aussi Chapitre 2). À l'instar des autres forêts, les écosystèmes forestiers dans la région sont sensibles et exposés au climat changeant qui va davantage exacerber les autres causes comme le changement d'utilisation des terres,

la fragmentation foncière et la surexploitation des ressources forestières (Sonwa *et al.*, 2012b). De plus, les

Photo 4.1 : La construction de routes peut impacter localement la forêt avoisinante, via des changements de condition du sol



© Frédéric Sepulchre



Photo 4.2: La faune est particulièrement vulnérable à proximité des villages

écosystèmes pourraient aussi souffrir de phénomènes perturbateurs tels que les parasites, feux et maladies.

Les systèmes de revenu des communautés sont déjà affectés par ces perturbations dues aux saisons changeantes, aux variations de température et de précipitations (Bele *et al.*, 2013). Les modes de vie de millions de personnes dans la région dépendent d'activités et de ressources vulnérables comme l'agriculture, les forêts pour l'énergie domestique, le bois et les fibres, l'approvisionnement en eau, les herbes et l'écorce des arbres pour les soins de santé (Sonwa *et al.*, 2012b). Les modèles simulant les récoltes agricoles et le climat indiquent que la variabilité et le changement climatique sont en train d'influencer les dates de semis et la température de la saison de croissance, ce qui aura des effets à long terme sur les rendements des récoltes dans certaines zones de la région (Tingem *et al.*, 2009). Il est mis en évidence qu'une augmentation de la pluviométrie de 1mm/jour, comme prévu pour la grande partie du Bassin du Congo d'ici 2050, pourrait causer une forte augmentation de la fréquence des pluies intenses durant la saison sèche, d'où causer une réduction de la taille des champs d'agriculture sur brûlis, et potentiellement provoquer une augmentation de l'insécurité alimentaire des familles rurales pauvres

au sein de la région (Wilkie *et al.*, 1999). De plus, la vulnérabilité sera exacerbée par les changements des politiques environnementales associées à l'accès aux ressources forestières (Peach-Brown *et al.*, 2010). Les forêts d'Afrique centrale jouent un rôle prépondérant depuis le niveau global jusqu'au niveau local, mais elles sont sujettes à la variabilité et aux impacts climatiques. Des études paléontologiques ont montré comment des forêts ont migré, se sont fragmentées ou ont disparu dans la sous-région en réponse à des changements dans les régimes du climat (voir Chapitre 3). Non seulement elles constituent une importante source pour l'économie actuelle et le bien-être des populations mais elles abritent aussi une biodiversité génétique qui pourrait fournir des solutions aux menaces futures (de Wasseige *et al.*, 2014). De plus, on s'attend à ce que la population d'Afrique centrale double d'ici 2050, avec subéquemment une pression sur les ressources naturelles. Les projections des Nations Unies pour le continent estiment un accroissement de la population de 1,1 milliard à 2,4 milliards avant la moitié du siècle (UN, 2012). De plus l'urbanisation rapide va affecter la consommation (UN, 2015). Des politiques d'adaptation ont besoin d'être fédérées dans la région afin de maintenir un développement stable de sa population et du climat mondial.

2.2. Vulnérabilité des secteurs économique et social

Comme décrit au Chapitre 3, la vulnérabilité est une combinaison de l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation. Les secteurs socio-économiques et les modes de vie des pays d'Afrique centrale et de ses populations présentent des aptitudes différentes à réagir aux stimuli climatiques. De plus, ils sont fortement tributaires des écosystèmes environnants qui constituent une portion substantielle du produit national brut des pays dans la région. Cela signifie que le changement climatique pourrait menacer la mise en œuvre fructueuse de n'importe quel plan de développement économique durable. De plus, le changement climatique va contraindre les pays de la région à réaliser des objectifs globaux tels que les objectifs de développement du millénaire. À un niveau local, la forêt fournit d'importants produits pour la sécurité alimentaire, l'économie locale, l'habitat et la santé (de Wasseige *et al.*, 2014).

Les effets du changement climatique sont souvent indirects par exemple en affectant la fréquence des feux ou en modifiant le comportement des parasites et des maladies. Pendant les années « El Niño » en 1983, 1987 et 1997, les feux furent particulièrement

destructeurs dans le sud-est du Cameroun. Les effets du changement climatique peuvent accélérer la perte de biodiversité par la disparition d'espèces ou par la réduction de la résistance d'écosystèmes sévèrement perturbés. L'utilisation des terres et le climat peuvent à la fois avoir des effets durables et immédiats sur l'hydrologie (Li *et al.*, 2007). De plus, les changements hydrologiques peuvent avoir des impacts positifs et négatifs sur les secteurs économique, des infrastructures et de l'agriculture entre autres. Il est néanmoins important de souligner que l'impact du changement climatique variera à travers la région et à travers les secteurs.

Dans ce contexte, les forêts pourraient jouer un rôle charnière dans l'adaptation à court et moyen termes. À plus petite échelle, étant donné leur potentiel à fournir de l'eau, elles pourraient aider à réguler les cours d'eau et à fournir des plantes médicinales (Sonwa *et al.*, 2012a). L'adaptation basée sur les écosystèmes est devenue une approche importante définie comme ayant un haut potentiel pour la région du Bassin du Congo (IPCC, 2014; Somorin *et al.*, 2012; Sonwa *et al.*, 2012a).

2.2.1 Hydrologie et énergie

Les répercussions des variations climatiques passées sur les cours d'eau sont reflétées par les changements dans leurs régimes. Plusieurs études ont montré des abaissements du niveau de 43 % à 74 % dans les rivières sahéliennes de 1970 à 1990, avec des conséquences sur les lacs naturels. Par exemple, la surface du lac Tchad s'est réduite de 4 à 12 fois durant la période 1955-1975 (Lemoalle *et al.*, 2012). En Afrique tropicale humide, la diminution a atteint 32 % du débit des cours d'eau se déversant dans l'océan Atlantique (de Wasseige *et al.*, 2014). Le déclin dans les débits a des répercussions sur les quantités d'eau qui remplissent les lacs, qui sont des réservoirs naturels. D'autre part, une augmentation des précipitations fut enregistrée au début des années 1990 dans certaines régions du Bassin du Congo, conduisant à une augmentation du débit de certains cours d'eau (Conway *et al.*, 2009).

Les projections climatiques indiquent une augmentation de la variabilité des débits, une intensification des forts débits et une diminution des faibles débits. Par conséquent, la région pourrait bénéficier de production hydro-électrique. Cependant, l'augmentation des événements extrêmes exigera des infrastructures qui soient plus résistantes. En outre, des changements de la variabilité devront être compensés par la combinaison d'autres sources d'énergie, des accumulateurs électriques et des réseaux de distribution fiables (CSC, 2013).

2.2.2 Agriculture

Le régime des eaux et des températures conditionnent la production agricole. Ceci est particulièrement vrai en Afrique où l'agriculture de subsistance prévaut et où les petits producteurs produisent 80 % de la nourriture consommée (AGRA, 2014). Ainsi, la production de récoltes est principalement pluviale et les technologies permettant de contrôler la température (telles que les serres) ne sont pas encore largement utilisées. La projection concernant la variabilité à travers les zones indique que celles du nord du bassin seront moins sujettes aux sécheresses avec une augmentation de la production agricole. Cependant, dans les régions centrales, les augmentations d'eau pourraient être telles qu'elles provoqueront des inondations endommageant les récoltes. Dans les zones du sud, la production agricole commencera à décroître vers le milieu du siècle, suite à un changement des équilibres d'évapotranspiration, devenant également davantage sujettes aux sécheresses (CSC, 2013). De plus, les changements d'humidité influenceront la

disponibilité des nutriments et les impacts des parasites et des maladies (de Wasseige *et al.*, 2014).

2.2.3 Santé

Il est admis que le changement climatique a un effet multiplicateur direct (accès insuffisant à de l'eau propre et à l'amélioration sanitaire, insécurité alimentaire) et indirect (accès limité aux soins de santé et à l'éducation) de la précarité sanitaire existante (IPCC, 2014). Des régimes de pluies et de températures changeants auront un impact sur la santé de par la malnutrition générée, les maladies diarrhéiques et la malaria, ainsi que les autres maladies transmises par agents vecteurs. Les problèmes de malnutrition pourraient être surmontés dans le nord du Bassin du Congo grâce à la production agricole accrue, mais les maladies diarrhéiques, la malaria et les maladies véhiculées par l'eau pourront se répandre davantage à travers la région suite aux températures plus élevées et aux inondations. La santé est particulièrement vulnérable dans le contexte d'un mauvais système de soins associé à une mauvaise gouvernance et au manque d'infrastructures.

2.2.4 Urbanisation

Beaucoup de causes sociales, démographiques et économiques interdépendantes de l'urbanisation et de l'immigration observées en Afrique sont sensibles aux impacts du changement climatique. Le changement climatique est en train de provoquer une migration rurale-urbaine. De plus, l'urbanisation rapide est le plus souvent non planifiée, avec des infrastructures et des plans de répartition non adaptés aux projections d'inondations et d'événements extrêmes. De surcroît, ce phénomène amène la transformation des systèmes de production alimentaire avec une augmentation de la nourriture achetée en zone urbaine. La production, la transformation, le transport, le stockage et la préparation devront être adaptés à ces futures menaces (IPCC, 2014).



Photo 4.3: Les cultures en terrasses dominant dans les paysages rwandais

Photo 4.4: L'agriculture et l'industrie du bois constituent aujourd'hui la principale activité économique de l'ancienne cité minière de Makabana (Congo)



Encadré 4.1 : Projections du CCAFS sur les rendements des récoltes

La vulnérabilité varie non seulement selon les zones, mais les différentes productions agricoles se voient également différemment affectées. Le Programme de Recherche sur le Changement Climatique du CGIAR, de la Sécurité Agricole et Alimentaire (CCAFS) a produit des scénarios sur la compatibilité des productions agricoles à travers toute l'Afrique. Pour l'Afrique centrale, les surfaces convenant à la culture de denrées comme le sorgho, le manioc, l'igname et le millet perlé apparaissent comme stables ou avec peu de pertes, tandis que les surfaces pour le maïs, la banane et le haricot seront négativement affectées.

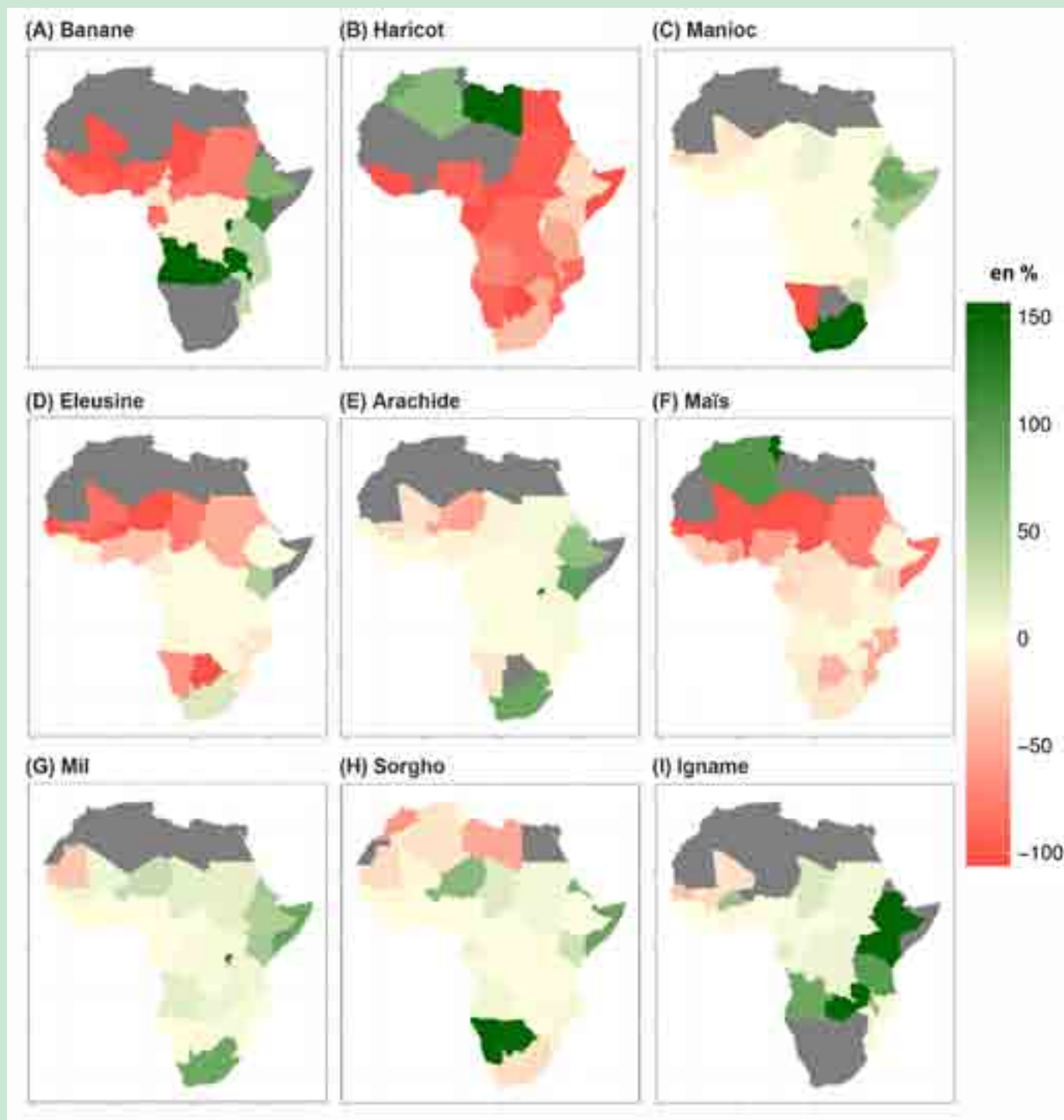


Figure 4.1 : Scénario d'aptitude de certaines cultures en Afrique dans un contexte de changement climatique

Source : Ramirez-Villegas J. et Thornton PK (2015).

3. Adaptation des forêts et des peuples forestiers au changement climatique

Les mesures d'adaptation pour les écosystèmes forestiers (« adaptation des forêts ») sont tenues de garantir la santé des écosystèmes forestiers et l'approvisionnement continu des biens et des services écosystémiques, qui sont indispensables à la croissance économique et à l'adaptation des peuples forestiers (« la forêt pour l'adaptation ») (Figure 4.2). Les stratégies d'adaptation sont dichotomiques. Premièrement, l'adaptation requiert des solutions politiques et techniques (Figure 4.2). Deuxièmement, l'adaptation requiert l'amélioration de la faculté d'adaptation des communautés forestières d'une part à travers les services écosystémiques, et d'autre part à travers l'amélioration des droits, des infrastructures et des technologies améliorées, le développement des capacités de diverses institutions locales et des relations

appropriées entre les efforts de planification de l'adaptation aux niveaux local et national. Les plans d'adaptation locaux et nationaux devront cibler la réduction de la pauvreté, la sécurité alimentaire, l'accès à l'eau et la conservation de la biodiversité (Peach-Brown et Sonwa, 2015 ; Sonwa *et al.*, 2012b). Les stratégies d'adaptation devront continuellement se concentrer sur les prises de décisions à travers lesquelles elles sont évaluées, en termes (i) de leur degré d'efficacité, (ii) de leur faisabilité technique, (iii) d'évaluation des coûts et des bénéfices, (iv) de mise en œuvre d'options faisables et économiquement justifiées, (v) d'évaluation et de suivi de la performance de l'adaptation et (vi) des modifications éventuelles des stratégies d'adaptation (Bele *et al.*, 2015).

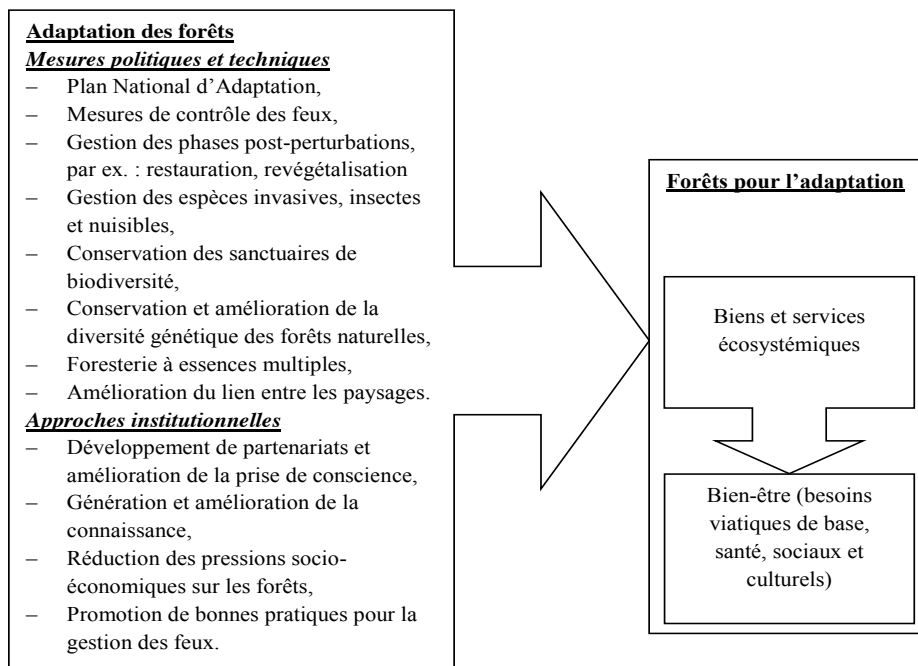


Figure 4.2: Stratégies d'adaptation pour les forêts et forêts pour l'adaptation

Source: Guariguata *et al.* (2008); Locatelli *et al.* (2008); Ravindranath (2007).

3.1. Réponses politiques et institutionnelles à la vulnérabilité au changement climatique

3.1.1. Politique d'adaptation et dynamique institutionnelle en Afrique centrale

L'adaptation des forêts et des peuples en Afrique centrale dépend des efforts et des orientations politiques et institutionnels régionaux et nationaux actuels et futurs. Le processus politique d'adaptation

au changement climatique comprend les différents courants d'action responsables de générer des stratégies qui améliorent l'adaptation. À travers ce processus, il est prévu que de nouvelles approches soient conçues et/ou intégrées/fédérées avec les politiques forestières et de développement existantes. Les institutions génèrent des forces et des accords transversaux (Young, 2002) qui sont pertinents



Photo 4.5: Réalisée avec parcimonie, la collecte de bois de feu peut être durable (Burundi)

pour négocier et faciliter la conception et la mise en œuvre des stratégies d'adaptation au niveau local (Agrawal, 2010); et au niveau national et régional (Koch *et al.*, 2007). Tous les pays de la région de l'Afrique centrale (AC) sont parties prenantes à la CCNUCC, qui souligne leurs intérêts à fournir une réponse politique pour combattre le changement climatique. Leurs efforts sont illustrés à travers les initiatives de Communications Nationales (CN) de la CCNUCC et du Programme d'Action National d'Adaptation (PANA). Les CN mettent en évidence les secteurs vulnérables et les mesures potentielles pour faciliter l'adaptation au changement climatique. L'initiative PANA adaptée pour les pays les moins développés (PMD) est pertinente pour certains pays de la région de l'AC (Tableau 4.1), où il y a eu des essais pour identifier des zones et des activités prioritaires qui répondent à leurs besoins urgents relatifs à l'adaptation au changement climatique. En dépit de ces efforts, la politique et les processus institutionnels restent encore caractérisés par une faible coordination, des liens institutionnels fragiles et un manque de cohérence entre les politiques sectorielles (Kengoum, 2013; Dkamela, 2011). Il est donc nécessaire de construire les capacités et de renforcer les réseaux institutionnels à la fois au niveau de l'élaboration des politiques mais aussi au niveau des stratégies de mise en œuvre de l'adaptation (Peach-Brown *et al.*, 2013).

Les écosystèmes forestiers du Bassin du Congo fournissent des biens et des services écosystémiques qui sont des filets de sécurité et qui sont pertinents pour l'adaptation des peuples dépendants des forêts (Nkem *et al.*, 2010). En dépit des cadres politiques existants, il faut prendre en compte sérieusement le rôle des ressources forestières dans la planification de l'adaptation aux changements climatiques.

Par le passé, l'adaptation au changement climatique a reçu moins d'attention dans le processus de réponse politique et institutionnel à cause d'une information et d'une connaissance limitées à propos de l'adaptation (Somorin *et al.*, 2012). Une information claire sur les coûts, les bénéfices, les options et les impacts des choix possibles d'adaptation pertinents pour les décideurs fait toujours défaut pour la région. Au niveau régional, la COMIFAC avec le support des organisations gouvernementales et non-gouvernementales, nationales et internationales, et les institutions de recherche, essaie de pousser l'agenda sur l'adaptation et sur le changement climatique en général. Dans son récent plan décennal de convergence (2015-2025), la lutte contre le changement climatique est présentée comme l'une des zones prioritaires. Cependant, un soutien technique,

financier et institutionnel sera nécessaire pour que la Commission et les pays membres opérationnalisent les différentes stratégies qui accompagnent les zones prioritaires du plan de convergence. Dans le contexte de la région de l'Afrique centrale, les défis pour l'adaptation dans le processus politique du changement climatique pourraient s'avérer plus faciles à surmonter étant donné les relations étroites entre la vulnérabilité au climat, la pauvreté et les stratégies de développement. Le développement et la réduction de la pauvreté sont des zones prioritaires pour les pays de l'espace COMIFAC. Ainsi, ceci devrait être utilisé comme une opportunité pour l'adaptation, en intégrant les stratégies d'adaptation dans les plans de développement actuels et les stratégies de réduction de la pauvreté (Sonwa *et al.*, 2012b).

Dans l'éventualité de réponses apportées face au changement climatique, les institutions impliquées dans le développement et la mise en œuvre de la politique, doivent revoir, changer et assurer de nouveaux rôles afin d'être en mesure de faciliter et de faire appliquer les nouvelles politiques, de devenir plus flexibles, et d'être capables d'apprendre et de s'adapter au système humano-environnemental instable qui est caractérisé par l'incertitude (Locatelli *et al.*, 2008). Premièrement, les agences étatiques devraient être responsables de fédérer l'adaptation dans des politiques nationales, lever des ressources financières, influencer et coordonner le cours de l'action à des niveaux internationaux, nationaux et locaux. Deuxièmement, les agents non étatiques qui comprennent les ONG nationales et internationales et les organisations de recherche devraient fournir un appui relatif à la prise de conscience, la mobilisation des efforts, la promotion du dialogue interministériel, la collaboration, le réseautage, la génération de connaissances et la création de capacités (Chia *et al.*, 2014).

3.1.2 Opportunités financières et de financement dans la région

L'adaptation au changement climatique est un fardeau financier pour les pays de la région d'Afrique centrale (Somorin *et al.*, 2012). Il est important de noter qu'il y a un doute général quant à savoir si les fonds nécessaires seront disponibles pour répondre aux besoins d'adaptation des pays en développement, besoins qui risquent de dépasser 50 milliards de dollars par an après 2020 (Smith *et al.*, 2011). Les pays de la région de l'AC ont accédé et bénéficié différemment du fond d'adaptation dans le cadre de la CCNUCC (Tableau 4.1). De nombreuses opportunités sont toujours disponibles, fortement tributaires

de la capacité des pays à proposer des projets d'adaptation. Hormis les sources de financement dans le cadre de la CCNUCC, d'autres options politiques et de financements pertinents pour les pays de l'AC comprennent l'assistance multilatérale et bilatérale à travers les banques de développement et l'Assistance de Développement outre-mer. D'après Smith *et al.* (2011), une portion substantielle de l'aide au développement actuelle est dépensée pour des projets sur lesquels le climat pourrait avoir une influence. Dans

ce contexte, il est débattu que l'adaptation au changement climatique devrait être prise en compte dans toutes les aides au développement qui sont sensibles au climat (Huq et Burton, 2003). Ainsi, la coordination de deux sources de financement au niveau national et international peut produire un appui plus efficace à la fois pour les objectifs de développement durable et l'adaptation au changement climatique. Cette approche est primordiale pour les pays de la COMIFAC.

Tableau 4.1 : *Opportunités de financement au niveau national pour l'adaptation au changement climatique en Afrique centrale*

Opérationnel depuis	Opérationnel actuellement	Nom du fond	Instrument administratif	Pays COMIFAC éligibles	Pays COMIFAC bénéficiaires à ce jour (million \$)
1993	Oui	Global Environmental Facility Trust fund (GEF) – Climate Change and Land Degradation focal areas	GEF	Tous	Burundi (7,24), Cameroun (9,23), RCA (0,35), Tchad (2,62), Congo Brazzaville (2,36), RDC (3,63), Guinée Equatoriale (3,50), Gabon (0,77), Rwanda (4,83), Sao Tomé et Príncipe (0,35)
2002	Oui	Fonds des Pays les Moins développés (LDCF)	GEF-WB	Burundi, RCA, Tchad, RDC, Guinée Equatoriale, Rwanda, São Tomé et Príncipe	Burundi (13,19), RCA (11,17), Tchad (13,00), RDC (20,67), Rwanda (24,51), São Tomé et Príncipe (16,17)
2002	Oui	Special Climate Change Fund (SCCF)	GEF-WB	Tous	Cameroun (4,55)
2004	Non	Strategic Priority for Adaptation (SPA)	GEF	Tous	Aucun
2007	Oui	Millennium Development Goals Achievement Fund – Environment and Climate Change thematic window (MDG-F)	UNDP	RDC, Guinée Equatoriale, São Tomé et Príncipe	Aucun
2008	Oui	Fast-Start Financing (FSF)	Ministère des Finances du Japon	Tous	Burundi (2,6), RDC (31,6)
2008	Oui	International Climate Initiative (IKI)	BMU	Tous	Pays COMIFAC (1,67), Rwanda (1,76)
2008	Oui	Global Climate Change Alliance (GCCA)	EuropeAid	Burundi, RCA, Tchad, RDC, Guinée équatoriale, Rwanda, São Tomé et Príncipe	RCA (6,19), Tchad (4,05), RDC (5,48), Rwanda (10,27), São Tomé et Príncipe (3,27)
2008	Oui	Pilot Program for Climate Resilience (PPCR)	WB	Tous	Aucun
2009	Oui	Adaptation Fund (AF)	WB	Tous	Rwanda (3,20)
2011	Oui	International Climate Fund (ICF)	DFID	Tous	CBFF (35,00), contributions aux autres fonds mentionnés dans le tableau
2012	Oui	Adaptation for Smallholder Agriculture Program (ASAP)	IFAD	Tous	Rwanda (7,00)
TBC	TBC	Green Climate Fund (GCF)	GCF	Tous	Aucun

Sources : *Adaptation Fund* (2015), *AECID* (2005), *GEF* (2014), *HBF & ODI* (2015), *MDG Achievement Fund* (2013); *PPCR* (2015); *CCNUCC* (2015d).

3.1.3 Politique et prérequis institutionnels

La révision des politiques existantes et l'avènement de nouvelles politiques devraient fournir des opportunités d'atteindre les objectifs d'adaptation (adaptation pour les forêts et forêts pour l'adaptation).

La conception et la mise en œuvre de mesures techniques pour l'adaptation des forêts dépendent d'un environnement institutionnel favorable, caractérisé par des réseaux solides, la construction de

partenariats, la génération et la dissémination de connaissances, et par des stratégies pour réduire la pression socio-économique sur les ressources forestières (Locatelli *et al.*, 2008). De plus, les cadres institutionnels régionaux et nationaux devraient créer des opportunités pour construire des réseaux au niveau local, une action concertée et un capital social qui soient pertinents pour l'adaptation des communautés forestières locales (Peach-Brown *et al.*, 2014).

Le futur changement climatique et la vulnérabilité des forêts sont caractérisés par l'incertitude et les dynamiques des systèmes homme-environnement. Ainsi, les approches politiques et institutionnelles devraient être diversifiées, flexibles, adaptables, et continues pour tirer parti de nouvelles connaissances et idées (Bele *et al.*, 2014). La construction d'un dialogue politique-science est nécessaire. Les résultats issus d'une recherche rigoureuse devraient être convertis dans un langage politique pertinent et intégré au processus politique. La science devrait instruire les preneurs de décisions sur l'évaluation de la vulnérabilité, sur l'identification des options de réponse, et sur la conception de stratégies d'adaptation. Les preneurs de décisions dans la région ont souvent besoin d'une information et d'une connaissance mises à jour pour étayer leurs prises de positions régionales et nationales sur l'adaptation au changement climatique (Tiani *et al.*, 2015).



Photo 4.6: Exploitation et transformation artisanales au cœur de la forêt

3.2 Initiatives régionales, nationales et infranationales

Les initiatives d'adaptation font référence aux initiatives dont le résultat a l'intention de soutenir les politiques et stratégies nationales d'adaptation. Elles comprennent les études d'impacts et de vulnérabilité, l'identification des priorités des pays, la planification pour l'adaptation, la mise en œuvre de larges programmes d'adaptation, les interventions de suivi et l'évaluation de l'adaptation, et la création de capacités (Pavageau et Tiani, 2014). Au niveau international, les stratégies d'adaptation sont démontrées à travers les CN, les PANA et les PAN. Presque tous les pays de la COMIFAC ont soumis leurs premiers et seconds CN et PANA, le Gabon étant le premier pays à avoir complété sa Contribution définie au Niveau National (INDC) comprenant un chapitre sur l'adaptation (Tableau 4.2). Les pays éligibles les moins développés de la COMIFAC ont soumis un total de 70 projets recoupant différents secteurs et niveaux. Un nombre limité de ces projets (9 %) prend explicitement en considération l'adaptation pour les forêts et le rôle des forêts dans l'adaptation des communautés locales (UNFCCC, 2015d). Ceci peut être dû au fait qu'au moment de développer des

projets prioritaires PANA, les pays de la COMIFAC possédaient une information et une connaissance limitées sur la vulnérabilité des écosystèmes forestiers au changement climatique et sur le rôle des forêts dans l'adaptation.

À côté des initiatives émanant du niveau international, d'autres initiatives régionales et nationales existent et proviennent d'accords bilatéraux et multilatéraux (Pavageau et Tiani, 2014). Les projets COBAM et CoFCCA, mis en œuvre par le CIFOR, ont produit des aperçus préliminaires sur les politiques, les défis au niveau local et les opportunités venant de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique dans le contexte de l'utilisation et de la gestion des écosystèmes forestiers dans le Bassin du Congo. Cependant, des recherches supplémentaires sont requises pour générer et disséminer de l'information utile sur la variabilité climatique sur le court et le long terme. Ceci est pertinent pour anticiper les impacts sur les activités sensibles au climat, les secteurs et la planification du développement dans la région de l'Afrique centrale.

Tableau 4.2: État d'avancement des stratégies nationales d'adaptation des pays membres de la COMIFAC dans le processus CCNUCC

Pays	1er CN	2e CN	PANA	INDC
Burundi	2001	2010	2007	-
Cameroun	2005	-	-	-
RCA	2003	2015	2008	-
Tchad	2001	2013	2010	-
Congo	2001	2009	-	-
RDC	2000	2009	2006	-
Guinée Equatoriale	-	-	2013	-
Gabon	2004	2011	-	2015
Rwanda	2005	2012	2007	-
Sao Tomé et Príncipe	2005	2012	2007	-

Sources: UNFCCC (2015a, 2015b, 2015c).

3.3 Adaptation fondée sur les écosystèmes: une réponse potentielle en Afrique centrale?

L'adaptation fondée sur les écosystèmes (EbA) est définie comme «l'utilisation des écosystèmes pour soutenir le développement sociétal à travers leur gestion, conservation, restauration afin de fournir des services qui permettront aux peuples de s'adapter aux impacts du changement climatique. Elle vise à la fois à accroître la résistance et à diminuer la vulnérabilité des écosystèmes et des peuples confrontés au changement climatique» (UNEP, 2009). Les stratégies EbA vont de la gestion durable de l'eau pour son stockage à la régulation des inondations et la protection côtière, en passant par la réduction des risques de catastrophes via la couverture forestière et l'agriculture durable en utilisant les ressources génétiques disponibles localement, etc. (de Wasseige *et al.*, 2014).

Le Bassin du Congo est caractérisé par une vaste couverture forestière comptant en 2015 jusqu'à 2 874 419 km² de forêts humides et sèches combinées (voir Chapitre 1). Quoique toujours vulnérable au changement climatique, la forêt présente une capacité d'adaptation relative plus grande comparée à d'autres écosystèmes dus à leur composition spécifique. Ceci est particulièrement évident pour les forêts tropicales qui sont plus riches en biodiversité que ne le sont les forêts tempérées (Locatelli *et al.*, 2008).

Les gouvernements de la sous-région sont encore en train de peiner pour faire progresser leurs stratégies de développement. La planification pour l'adaptation implique d'investir sous l'incertitude, et la mauvaise adaptation pourrait déboucher sur des résultats contre-productifs à moyen terme. L'adaptation fondée sur les écosystèmes (EbA) apparaît comme une option avec un ratio coût-efficacité intéressant et présentant des co-bénéfices sociaux, économiques et environnementaux substantiels (UNEP, 2009). De plus, dans une région qui

possède un potentiel d'atténuation élevé, les bailleurs concentrent leurs efforts sur la séquestration du carbone, avec un financement pour l'adaptation qui se concentre sur les régions arides ou semi-arides. Finalement, l'Eba est davantage accessible pour la population rurale pauvre que l'adaptation basée sur les infrastructures et l'ingénierie. Avec 54% de la population totale vivant en zone rurale en Afrique centrale, l'Eba semble être une alternative crédible (UN, 2015).



Photo 4.7: La forêt reviendra-t-elle sur cette parcelle défrichée ? Une des grandes questions liées à la REDD

4. Evaluation et suivi des impacts des mesures d'adaptation

L'adaptation au changement climatique dans le secteur forestier implique des mesures conçues pour une mise en œuvre au niveau local et au niveau projet, ainsi que des mesures au niveau politique. Au niveau projet, l'adaptation prend place en trois étapes séquentielles. Premièrement, elle demande une évaluation de la vulnérabilité des peuples forestiers et des forêts au climat et de ses impacts. Cette étape conduit à analyser le contexte, à décrire les conditions actuelles du climat et des conditions forestières et à développer des scénarios du climat futur et des futures conditions forestières. Deuxièmement, elle nécessite la conception et la mise en œuvre de mesures d'adaptation. Troisièmement, elle requiert

de quantifier et de suivre les impacts des mesures d'adaptation. Des indicateurs sur la vulnérabilité et les impacts doivent être développés durant la première étape, permettant de planifier et de cibler la mise en œuvre, la quantification et le suivi des impacts des actions d'adaptation. Etant donné le caractère novateur des programmes d'adaptation, la plupart des ensembles d'indicateurs développés jusqu'à présent appartiennent au premier niveau, la vulnérabilité. Les liens entre la vulnérabilité au changement climatique et la pauvreté ont permis de tirer des leçons de la planification du développement et des approches de mise en œuvre (Encadré 4.2).

Encadré 4.2: Indices de vulnérabilité utilisés en Afrique

Plus de 20 groupes d'indicateurs (indices) ont été développés par les scientifiques, les gouvernements et les organismes de développement, de manière à identifier les zones vulnérables en Afrique. La plupart d'entre eux suivent l'approche GIEC sur la vulnérabilité considérant la combinaison de l'exposition, la sensibilité et les aspects de la capacité d'adaptation. Ces indices sont construits en utilisant des indicateurs transdisciplinaires, couvrant différentes échelles, différents secteurs et groupes de population, basés soit sur les tendances climatiques passées ou sur les projections climatiques futures.

À côté de l'incontestable utilité des indices transrégionaux à des fins politiques et de planification du développement, les analyses de vulnérabilité sont fortement tributaires du type et de la qualité des données utilisées et doivent être considérées avec précaution. Pavageau *et al.* (2013) ont analysé la typologie des indices pour découvrir les lieux communs et les approches en leur sein. Comme résultat, quatre groupes majeurs furent identifiés : (i) les indices se concentrant sur l'agriculture et la pauvreté (groupe 1), (ii) les indices centrés sur la densité de population (groupe 2), (iii) les indices sur la richesse et les capitaux non agricoles (groupe 3), et (iv) les indices centrés sur la gouvernance (groupe 4). Très peu considèrent la vulnérabilité des forêts elles-mêmes, la plupart d'entre eux les prenant en compte soit comme une source de capacité d'adaptation (filet de sécurité), soit comme une source potentielle de conflits à propos de la gestion des ressources. Les évaluations de la vulnérabilité d'un pays sont souvent très disparates, dépendant de l'indice utilisé. D'une façon générale, le Gabon apparaît comme résistant au regard de la plupart des indices alors que le Cameroun, le Tchad et la RCA sont très dépendants de l'attention réservée à l'analyse de vulnérabilité. Le Congo, la RDC, le Rwanda et le Burundi sont parfois qualifiés comme fortement vulnérables, alors que pour les autres indices, il n'y a pas suffisamment de données disponibles.

Dans le secteur forestier, concevoir des indicateurs pour les mesures et le suivi peut être un défi à cause des liens entre les trois variables que sont la forêt, le changement climatique et les populations des forêts. Dans ce contexte, davantage de recherches sont nécessaires pour développer et tester un ensemble complet d'outils pouvant être adaptés aux différentes situations dans la région. Quelle que soit l'approche d'évaluation des mesures d'adaptation, l'évaluation doit être considérée comme un processus continu, de manière à modifier les stratégies d'adaptation qui ne répondent pas aux objectifs, et afin de tirer parti des nouvelles informations sur les impacts

du changement climatique sur les forêts et leurs populations. De plus, il y a un besoin réel pour que les institutions en tête dans la collecte de données acquièrent et centralisent plus localement les données pertinentes et continues. Plusieurs pays comme le Cameroun, le Tchad, le Gabon et le Rwanda ont exprimé leur intérêt à propos de la création d'observatoires nationaux du changement climatique mais ils doivent encore les rendre opérationnels. D'autres comme le Burundi et Sao Tomé et Principe ont délégué cette responsabilité à des institutions existantes.

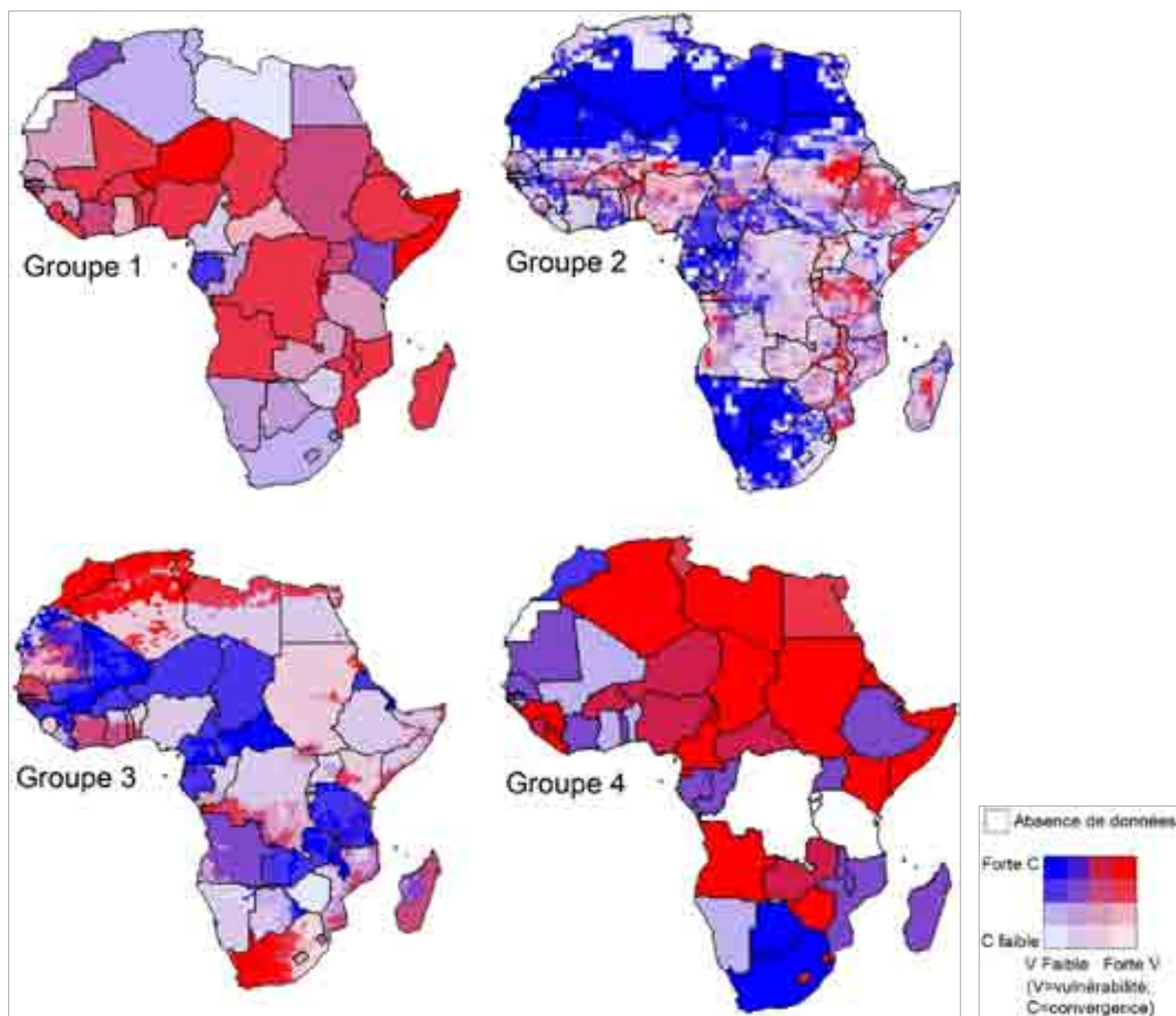


Figure 4.3: Cartes agrégées de vulnérabilité pour chaque groupe d'indices (voir Encadré 4.2 pour l'explication des groupes)

Source: Pavageau et al. (2013).

5. Leçons tirées des premières initiatives sur l'adaptation

Les initiatives sur l'adaptation en Afrique centrale et les pays en développement d'autres continents peuvent produire des éléments utiles pour la future planification en Afrique centrale. Des gouvernements à la base, plusieurs acteurs ont renforcé les initiatives d'adaptation. Des PANA ont été compilés, même s'ils ne sont pas encore financés, et par conséquent davantage d'observations proviennent des initiatives internationales et infranationales. De plus, de meilleures pratiques peuvent être obtenues

à partir d'une adaptation fortuite des paysans locaux à des événements extrêmes du passé et à la variabilité commune et ainsi être utiles à la conception de futurs programmes (Füssel, 2007 ; Twomlow, 2008). Les leçons tirées des initiatives sur l'adaptation dans la région sont rapportées comme suit :

1. Les mesures d'adaptation ne sont pas figées ou définitives. Elles impliquent des actions qui ciblent différents aspects des stimuli du climat, des

événements extrêmes, des variations aux changements dans les moyennes. La variabilité naturelle du climat et le changement climatique d'origine anthropique doivent être considérés ensemble, car leur combinaison peut engendrer des impacts accrus. Les combinaisons de stratégies d'adaptation et d'amélioration proactive de la résistance peuvent contribuer à répondre efficacement au changement climatique (par ex. la reconstruction d'un bâtiment après un événement extrême versus la création de systèmes d'assurances qui couvrent les coûts) (Ford *et al.*, 2014; Fussel, 2007).

2. La planification de l'adaptation comprend la gestion du risque associé à des dangers complexes et incertains. Elle doit donc rester flexible dans la durée étant donné que les futures menaces peuvent évoluer. Les projets doivent donc intégrer des mécanismes de suivi-évaluation continus. Des projections climatiques plus précises à travers des centres spécialisés réduiront les coûts des projets d'adaptation.

3. L'adaptation au changement climatique doit être spécifiquement liée au contexte car elle dépend d'une large combinaison de facteurs. La diversification des types d'actions et des échelles peuvent contribuer à une meilleure adaptation. Les mesures coûteuses d'adaptation doivent être évaluées en profondeur (voir Encadré 4.3) tandis que des actions non réversibles peuvent être aisément incorporées dans les politiques. Le PNUD et le PNUE ont appuyé

les institutions existantes à différentes échelles dans plusieurs pays, en fusionnant de petites et de grandes actions reproductibles qui sont alignées avec les politiques nationales (Nkem *et al.*, 2011).

4. Bien que l'intégration de différents acteurs, des échelles infranationales et des groupes marginaux dans la conception et dans la mise en œuvre des politiques du changement climatique ont montré une augmentation d'efficacité et d'efficience, de nombreux projets ont encore échoué sur ce point en Afrique centrale (Mai *et al.*, 2011; Ford *et al.*, 2014). Le renforcement des réseaux sociaux a généré des résultats positifs dans d'autres pays africains (IPCC, 2014). De plus, elle peut accroître la durabilité des résultats des projets à travers une appropriation adaptée. Le processus d'adaptation requiert la contribution de spécialistes du climat, des décideurs et des praticiens. Tant les hommes que les femmes doivent être activement impliqués dans la conceptualisation et la mise en œuvre des actions d'adaptation. À de nombreuses occasions, les concepteurs de projets ont rapproché les coûts de transaction avec les systèmes de communication déficients qui réduisent les possibilités d'une consultation publique (Tschakert et Dietrich, 2010).

5. Étant donné qu'elle ne peut pas couvrir tous les aspects du changement climatique à cause des complexités de planification et de mise en œuvre, l'adaptation doit être combinée avec l'atténuation.



Photo 4.8: La concertation villageoise est nécessaire pour la réussite de projets en milieu rural

Encadré 4.3: Choisir des options d'adaptation

Adaptation anticipative lorsque:

- les risques de sensibilité au climat sont déjà imminents;
 - la projection de risques accrus s'avère fiable;
 - les futures impacts sont potentiellement catastrophiques ou irréversibles;
 - les décisions ont des effets à long terme;
- et/ou
- les mesures d'adaptation ont un long délai de mise en œuvre.

Adaptation postposée lorsque:

- les risques actuels et anticipés pour le futur sont modérés;
 - l'adaptation est très coûteuse
- et/ou
- des options de solutions sont déjà disponibles.

Source: Füssel (2007).



© Frédéric Sepulchre

Photo 4.9: Stratégie d'auto-défense passive. Mais rien n'arrêtera l'homme s'il veut faire usage de cet arbre

6. Défis à venir

Le défi majeur pour les pays de la COMIFAC est de développer des stratégies d'adaptation au changement climatique pour les systèmes forestiers transfrontaliers, sans causer de dommages à l'intégrité de ces forêts pour qu'elles assurent la provision continue de biens et de services écosystémiques critiques pour la survie des communautés, le développement national et la croissance économique dans la région. Aujourd'hui, il n'y a pas suffisamment de connaissances sur les schémas du changement climatique régional, sur des quantités et des qualités qui restent inconnues, sur le schéma spatio-temporel d'occurrences des risques et il y a un manque de connaissances sur les possibilités claires d'adaptation. Il y a un besoin réel d'amélioration de la génération et la distribution d'information sur le changement climatique par le biais du renforcement des infrastructures d'informations sur le sujet (par ex. les stations météorologiques et les technologies, la centralisation de l'information, les services de partages et de distribution). Sans oublier que les voies dynamiques écologiques, politiques, économiques et sociales fournissent des opportunités aux pays de la COMIFAC de développer des stratégies d'adaptation viables.

Il est nécessaire de passer des analyses transcontinentales aux analyses sous régionales dès lors que les systèmes écologiques et socio-économiques varient fortement d'un pays à l'autre. Des structures et des plateformes régionales comme la COMIFAC, le PFBC, CICOS, LCBC, ECCAS et les réseaux régionaux de la société civile doivent insister davantage sur

la transmission de ce message. Ils ont le potentiel pour améliorer l'adaptation fédérée dans les politiques nationales, à travers la provision de lignes directrices, des financements et de la coordination (de Wasseige *et al.*, 2014). Dans ce sens, les PANA et les provisions pour l'adaptation dans les CN et les INDC doivent encore être opérationnalisés. Dès lors que le gouvernement ne peut pas compter uniquement sur le financement extérieur, l'adaptation « non réversible » est conseillée. Il s'agit d'augmenter l'adaptation au changement climatique dans les espaces politiques régionaux et nationaux, par l'augmentation de la prise de conscience publique et politique sur le changement climatique et réfléchir sur les besoins d'adaptation. Il faut pourvoir les régions d'un potentiel carbone non seulement pour l'atténuation au changement climatique mais également pour atteindre une croissance économique durable, la réduction de la pauvreté et l'adaptation au changement climatique. Il est primordial d'équilibrer les intérêts de plusieurs acteurs lors de la détermination des priorités visant à atteindre la croissance économique nationale et les objectifs environnementaux et de durabilité sociale. Il convient également d'améliorer les filets de sécurité écologiques dans les forêts de manière à ce que les ressources valorisables soient davantage résistantes à la variabilité et au changement climatique et enfin, améliorer le dialogue science-politique, avec une plus grande participation du public (Nkem *et al.*, 2008).

CHAPITRE 5

LA FORÊT DE L'AFRIQUE CENTRALE : UNE CONTRIBUTION ACCRUE À L'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Richard Eba'a Atyi¹, Christopher Martius¹, Lars Schmidt², Flore Hirsch²

Avec la contribution de : Martin Tadoum, Nicolas Bayol, Alba Saray Perez Teran, Chia Loh Eugene, Samuel Assembe Mvondo, Michel Ndjatsana

¹CIFOR, ²FRM

1. Introduction

Les forêts de l'Afrique centrale continuent de jouer un rôle important pour les habitants de cette sous-région, simultanément à un niveau local où elles constituent la base des ressources essentielles pour la subsistance des ruraux, et à un niveau national où elles contribuent aux indicateurs macro-économiques. De ce fait, le secteur forestier a été l'un des principaux centres d'attention des politiques nationales dans les pays de l'Afrique centrale ainsi que de la coopération internationale au développement visant l'Afrique centrale. Les politiques forestières traditionnelles étaient principalement orientées vers les fonctions de production des forêts, en particulier la production du bois d'œuvre, et la conservation de la biodiversité. Cependant, au cours des dix dernières années, une attention accrue a été accordée

aux services environnementaux fournis par ces forêts, plus particulièrement les services liés à la régulation du climat à travers la séquestration du carbone. Selon Nasi *et al.* dans de Wasseige *et al.* (2009), le carbone stocké dans le Bassin du Congo est estimé à 46 milliards de tonnes. Les forêts denses humides de basse altitude représentent 60 % du carbone stocké dans la sous-région alors qu'elles ne couvrent que 35 % de la superficie. Il y a une nouvelle réflexion pour promouvoir les politiques conventionnelles qui, en plus, fournissent des services de régulation du climat tout en s'appropriant de nouvelles initiatives internationales comme la réduction des émissions provenant de la déforestation et de la dégradation des forêts (REDD+).

2. Les politiques basées sur la forêt et les mesures pour atténuer le changement climatique en Afrique centrale

L'Afrique se situe parmi les plus petits émetteurs du CO₂ mondial en provenance de carburants fossiles, avec 4 % des émissions mondiales. Les sources principales relatives sont, au contraire, surtout issues de l'agriculture et du changement d'utilisation des terres (LUCF, y compris la déforestation) correspondant respectivement à 26 % et 35 %, ce qui rend les approches basées sur le LUCF la cible clé pour le continent.

L'exploitation forestière est souvent perçue comme un facteur direct et indirect, à la fois de la déforestation et de la dégradation des forêts. Présumant qu'elle soit conduite de façon durable, la gestion forestière

à des fins de production de bois d'œuvre peut aussi contribuer à combattre la déforestation et la dégradation des forêts, à aider à maintenir les stocks de carbone sur le long terme en réduisant les émissions de GES en même temps qu'elle procure les moyens de subsistance.

L'atténuation du changement climatique a été abordée par trois principaux ensembles de politiques et mesures en Afrique centrale. Celles-ci comprennent l'adoption de techniques de gestion forestière durable, l'amélioration de la gouvernance forestière et l'engagement actuel dans le processus REDD+.



Photo 5.1: Sous la forêt, il y a parfois du pétrole, comme par exemple à Lambaréné au Gabon.

2.1. La gestion forestière durable pour la production de bois d'œuvre

2.1.1. Mise en œuvre de la gestion forestière durable en Afrique centrale : dernières avancées

L'aménagement des concessions forestières pour la production de bois d'œuvre en Afrique centrale a radicalement changé depuis 2000. Depuis les premiers plans d'aménagement approuvés à la fin des années 1990, les concessions forestières mettant en œuvre les plans d'aménagement forestier couvrent actuellement 19 millions d'ha, correspondant à 40 % de la surface totale sous concessions dans la sous-région (Bayol *et al.*, 2014). Cependant, les progrès vers l'aménagement durable des forêts varient fortement, non seulement selon les pays et les zones géographiques, mais aussi selon les types d'acteurs. Globalement, il est attendu que la région connaîtra une augmentation substantielle des zones de concessions mettant en œuvre les plans d'aménagement forestier dans les années à venir comme la République Démocratique du Congo a atteint la dernière phase de ses réformes sur la politique d'exploitation forestière.

Aussi, les gestionnaires des concessions forestières ont adopté de plus en plus la certification forestière comme moyen d'indiquer que leurs approches de gestion respectaient les standards internationaux. Aujourd'hui, il y a plus de cinq millions d'ha de forêts de production sous certification FSC dans le Bassin du Congo. De plus, il y a plus de trois millions d'ha de concessions forestières couvertes par des certificats de légalité tels que « Origine Légale du Bois (OLB) » délivré par Bureau Veritas ou « Timber Legality & Traceability Verification (TLTV) » par SGS. Le tableau 1.2 du chapitre 1 résume l'état actuel des concessions d'exploitation forestière à long terme en Afrique centrale sous le jour de leur progression vers la gestion forestière durable.

2.1.2. Potentiel de la gestion forestière durable en Afrique centrale à contribuer à l'atténuation du changement climatique

La gestion forestière durable (GFD) est souvent peu reconnue en Afrique centrale comme approche d'atténuation des changements climatiques. Elle peut, à première vue, paraître moins efficace vis-à-vis des objectifs d'atténuation des changements climatiques que les projets classiques REDD+ parce qu'elle inclut l'exploitation forestière, la construction de routes forestières et d'autres activités de déforestation et de dégradation des forêts. Cependant, la GFD est aujourd'hui le seul moyen de générer des revenus et des emplois durables à partir des forêts sans les convertir en d'autres formes d'utilisation des terres. Ainsi, les concessions forestières correctement aménagées – ce qui comprend leur protection contre une conversion – peuvent être considérées comme une déforestation évitée ou comme contribuant à la réduction des émissions dues à la déforestation et la dégradation des forêts, étant donné qu'elles réduisent les impacts de l'exploitation et permettent de se prémunir contre les intrusions agricoles, l'exploitation forestière illégale ou la production de charbon de bois (voir infra). De plus, il y a habituellement des opportunités d'améliorer la gestion forestière vers la réduction des émissions de carbone provenant des pratiques d'exploitation du bois (exploitation forestière à impacts réduits) pour un même volume de bois extrait. Parallèlement, les gestionnaires forestiers peuvent réserver des Forêts à haute Valeur de Conservation (FHVC) à l'intérieur des concessions de bois d'œuvre (ce qui peut, par exemple faire partie du processus de certification FSC) ou convertir



© Frédéric Sepulchre

Photo 5.2: Marquage d'une piste forestière pour la réalisation des inventaires

Tableau 5.1 : Activités pour réduire la déforestation et la dégradation des forêts dans les concessions d'exploitation forestière

Activités qui aident à réduire les émissions provenant de la déforestation et de la dégradation	Typologies des projets VCS (*)	Impact de la production annuelle de bois d'œuvre pour le concessionnaire comparé au scénario de base
Concession de conservation	Gestion forestière améliorée (GFA) – Forêt exploitée vers forêt protégée (LTPF)	Fin de l'exploitation forestière, aucun volume exploité
Durée de rotation étendue	GFA - Extension de la durée de Rotation (ERA)	Volume exploité annuellement diminué
DMA accru (Diamètre Minimal d'Aménagement défini dans le plan d'aménagement)		
Exploitation forestière à impact réduit (EFIR)	GFA - Exploitation forestière à impact réduit (EFIR)	Pas d'impact sur le volume exploité annuellement
Réduction de la conversion forestière et de la dégradation non planifiée de la forêt	REDD – déforestation et dégradation non planifiée, évitée (AUDD)	Préservation de l'état de la forêt (et donc réduction du volume exploité annuellement)

(*) Certains acronymes de ce tableau sont les acronymes anglais des standards du VCS.

Source: Hirsh *et al.*, 2013

la totalité d'une concession de bois d'œuvre en une « concession de conservation » avec des bénéfices résultant de la séquestration du carbone. En somme, le tableau 5.1 montre un éventail d'options de GFD classées selon la typologie des *Verified Carbon Standard's* (VCS) avec une contribution positive pour l'atténuation, certaines d'entre elles pouvant conduire à une diminution des volumes de bois produit (ou même une cession complète de l'exploitation forestière pendant la période de conservation).

Des analyses préliminaires sur les potentiels d'atténuation des activités de la gestion forestière durable ont été conduites en Afrique centrale dont le Haut Nyong au Cameroun (TEREA, 2013), et Lukenie (Hirsh *et al.*, 2013) et Mai Ndombe (Schmidt, 2014) en RDC.

Dans le cas du Haut Nyong, la réduction des émissions a été abordée à travers une diminution des coupes annuelles grâce à l'augmentation du diamètre limite d'exploitabilité (GFA-ERA) dans une concession forestière couvrant une surface de 342 000 ha. Il a été montré qu'en adoptant un taux de reconstitution de 50 % pour l'ensemble du peuplement, on réduit les émissions de CO₂ de plus de 600 000 téq. CO₂ en 25 ans. Le taux de reconstitution de 50 % est la pratique commune dans les concessions forestières qui mettent en œuvre des plans d'aménagement. Bien que le cas du Haut Nyong soit un cas pilote qui ne peut être généralisé pour l'ensemble du Bassin du Congo, ces résultats suggèrent que la mise en œuvre d'un plan d'aménagement forestier sur 20 millions d'ha de concessions forestières en Afrique centrale

a le potentiel de réduire les émissions de plus de 35 millions de téq.CO₂ sur une période de 25 ans.

En RDC, Hirsh *et al.* (2013) ont estimé que la réduction des émissions à travers l'Exploitation Forestière à Impact Réduit (EFIR) pouvait principalement être obtenue en réduisant le réseau routier forestier. En détails, ceci implique :

- une réduction de la largeur des routes primaires et secondaires, tant pour les routes en fonction que pour les bandes d'ensoleillement ; et
- une réduction de la longueur des routes secondaires. Afin de compenser l'accessibilité réduite, la longueur des pistes de débusquage augmenterait.

Schmidt (2014) a analysé le potentiel d'atténuation d'une concession de conservation ainsi qu'une combinaison d'EFIR et de délimitation d'une petite Forêt à Haute Valeur de Conservation (FHVC). Il en a conclu que des réductions additionnelles d'émissions pouvaient être réalisées par :

- la réduction des dégâts causés au peuplement restant, par exemple grâce à l'abattage directionnel (amélioré) et la coupe des lianes ;
- la diminution de la proportion du bois abandonné, c'est-à-dire le bois qui est abattu mais qui n'est pas transformé par manque de qualité marchande.

Ceci peut être obtenu en s'abstenant de couper des arbres qui présentent les signes d'arbres pourris, ces derniers pouvant être facilement détectés par les abatteurs grâce à un test à la tronçonneuse.



Photo 5.3: Les cours d'eau ne constituent pas une entrave à l'exploitation forestière

Aucune recherche de terrain n'a été menée pour estimer les dégâts occasionnés au peuplement restant. Néanmoins, des informations sur le sujet peuvent être trouvées dans la littérature. Des mesures faites, par exemple par Brown *et al.* (2005) en République du Congo, indiquent que les émissions de carbone provenant des dégâts au peuplement restant représentent 174 % du carbone contenu dans la biomasse marchande abattue. Une étude de la FAO (2008) en République du Congo montre qu'en moyenne 17,7 arbres du peuplement restant sont déracinés ou pour le moins souffrent de dégâts sur écorce lorsqu'on abat un arbre commercial.

Une analyse portant sur un échantillon de données forestières décrite par Schmidt (2014) indique que 5,4 % du bois d'œuvre marchand abattu n'est pas transporté pour être transformé mais reste comme « bois mort » dans la forêt car soit le bois est pourri, soit il est détérioré lors de l'opération d'abattage (rupture de la tige).

Outre la réduction présumée du réseau routier forestier, si l'EFIR est mis en œuvre pour couvrir au moins cinq millions d'hectares de concessions forestières certifiées dont 1/30^e est exploité chaque année (environ 165 000 ha), la réduction brute inhérente des émissions liée à la mise en œuvre de l'EFIR pourrait être estimée à environ 4 millions de téq.CO₂ sur une base annuelle. De telles mesures sont coûteuses pour les entreprises forestières qui pourraient avoir besoin d'aide financière ne provenant pas des marchés et encourageant la gestion forestière orientée vers la question du carbone.

Les études citées ci-dessus conduisent à la conclusion que le potentiel de réduction des émissions par les pratiques de la GFD est réel et considérable dans le Bassin du Congo. Les chiffres réels obtenus dépendent fortement de la méthodologie utilisée ainsi que des sources des émissions et des stocks de carbone concernés. De plus, les conditions biophysiques et économiques particulières à travers les différentes régions du Bassin peuvent comprendre des variations supplémentaires. Un autre facteur décisif concernant la viabilité financière des concessions forestières individuelles est la densité du volume marchand, du moins lorsqu'on suit une approche de projet LTPF où les émissions de référence sont déterminées sur la base du capital de bois d'œuvre marchand disponible et permis.

En général, il peut être le plus bénéfique mais aussi le plus réaliste de permettre aux compagnies forestières de suivre une approche stratifiée ou par couches de la situation de référence, où plusieurs situations de référence – déforestation non planifiée, dégradation non planifiée et dégradation planifiée – sont combinées, lorsque c'est applicable. En RDC, les concessions forestières non seulement génèrent des émissions à travers leurs opérations d'exploitation du bois d'œuvre mais aussi à travers la conversion en terres agricoles, production de charbon de bois et exploitation forestière illégale. Inclure l'ensemble de ces émissions dans la situation de référence produira un incitant pour les concessionnaires forestiers à mieux protéger leurs ressources forestières. Le programme REDD+ du Mai Ndombe montre que les concessionnaires forestiers sont intéressés par toutes sortes de projets forestiers d'atténuation, ce qui est tributaire des situations individuelles rencontrées dans leurs concessions.

Les deux études conduites en RDC montrent que les mesures d'atténuation dans le secteur forestier peuvent générer des réductions d'émissions pour un prix relativement bas de 2 à 5 \$ par tonne de CO₂. Alors que le financement multilatéral du carbone (par exemple à travers le Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier (FCPF) en RDC) pourrait actuellement satisfaire ce prix (jusqu'à 5 \$/tCO₂), obtenir un tel prix sur le marché volontaire serait un défi. Les prix du carbone forestier ont continuellement chuté de 10,3 \$ en 2011 à 7,7 \$ en 2012, 4,8 \$ en 2013 et 4,3 \$ en 2014 (Goldstein *et al.*, 2014; Hamrick and Goldstein, 2015). Cependant, et contrairement à des projets REDD+ intrinsèquement pilotés par des ONGs ou la coopération bilatérale au développement, la viabilité financière à long terme d'un projet forestier d'atténuation est cruciale pour les compagnies forestières. Les prix actuels sur

le marché volontaire ne sont pas suffisants ou le sont à peine, mais les fonds multilatéraux du carbone, par exemple le FCPF ou le Fonds BioCarbone peuvent actuellement offrir de meilleurs prix (bien que sur une période de 5 ans seulement) et donc jouer un rôle important pour déclencher la participation. Ce type de financement est cependant limité aux compagnies forestières qui participent à des programmes plus étendus, par exemple le programme REDD+ dans le Mai-Ndombe¹⁹.

Un autre incitant pour que les concessionnaires forestiers participent à un programme REDD+ ou développent un projet forestier individuel

d'atténuation réside dans l'option de combiner cela avec la certification FSC. La certification FSC induit souvent l'EFIR et la mise en réserve de FHVC. Ainsi, les profits provenant de la vente de crédits carbone pourraient être (partiellement) utilisés pour couvrir les coûts associés à la certification FSC.

Finalement, il sied de dire que le potentiel de réduction des émissions calculé dans les études citées jusqu'à présent, reste un potentiel possible bien qu'hypothétique. Ils sont calculés sur des hypothèses faisables eu égard à l'adaptation ou au changement des pratiques forestières.

19 Il est toutefois à noter que ces estimations sont effectuées avant d'atteindre un éventuel accord à Paris en décembre 2015. Si un tel accord est conclu, il pourrait changer tout le paysage de la REDD+ et des finances climat de manière actuellement non prédictible.

2.2 Amélioration de la gouvernance dans le secteur forestier en Afrique centrale pour améliorer l'atténuation du changement climatique

Le récent développement de la gouvernance forestière en Afrique centrale pourrait aussi contribuer à l'atténuation du changement climatique bien que jusque-là, la quantification de telles contributions n'a pas encore été essayée. En fait, certains auteurs (Thomson *et al.*, 2011) prétendent que la REDD+ est surtout un projet de gouvernance environnementale. Les leçons tirées de la mise en œuvre de l'aménagement forestier et du paiement des services écosystémiques forestiers suggèrent que des progrès peuvent être réalisés vers des résultats REDD+ en appuyant la mise en œuvre de politiques forestières nationales et sous-nationales de manière à ce qu'elles soient cohérentes avec les principes de la bonne gouvernance forestière (Kanowski *et al.*, 2011). Si la REDD+ doit travailler efficacement, les pays en développement comme ceux du Bassin du Congo auront besoin d'un appui pour renforcer la capacité requise pour faire appliquer leurs propres lois et règlements (Daviet, 2009). Analysant les interactions entre le FLEGT (APV) et la REDD+, Ochieng *et al.* (2012) suggèrent que la plupart de ces interactions ont potentiellement une influence positive, mais que beaucoup dépend encore de la mise en œuvre des deux instruments. Deux publications récentes donnent plus de détails sur la mise en œuvre des politiques. Haywood *et al.* (2015) explore "l'importance de voir la REDD+ dans le contexte" i.e. adresser la gouvernance de la REDD+ dans un contexte plus large et plus englobant qui harmonise les finalités de climat, cadre de vie et développement à travers le paysage. Des orientations pour l'élaboration des politiques nationales et cadres légaux sont données par Chapman *et al.* (2015).

Pour que les pays du Bassin du Congo bénéficient des efforts de la REDD+, une amélioration substantielle de la gouvernance est requise, et une telle amélioration peut être construite en synergie avec celles déjà entreprises à travers le processus FLEGT – APV. En particulier, des réductions efficaces des émissions vont demander la capacité de gérer les fuites et d'assurer la permanence, ainsi que la capacité de comptabiliser de façon fiable le taux d'extraction de bois d'œuvre des forêts. À son tour, cela demandera une capacité d'appliquer efficacement les lois nationales qui régissent les forêts (Daviet, 2009).

Les pays d'Afrique centrale qui se sont engagés à améliorer leur gouvernance forestière se sont placés dans un courant positif pour la réduction des émissions d'origine forestière. Cependant, la difficulté à contrôler le secteur forestier informel est un grand défi auquel sont confrontés tous les pays d'Afrique centrale.



Photo 5.4: Le transport du bois mis à l'honneur dans une campagne publicitaire

2.3 Mise en œuvre de la REDD+ en Afrique centrale

2.3.1 L'architecture générale REDD+

L'objectif général de la REDD+ est d'aider à atténuer le changement climatique et ses effets sur les humains et sur l'environnement en créant des incitants pour les pays en développement afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre causées par la déforestation et la dégradation des forêts. La REDD+ prévoit des compensations pour cinq activités éligibles : (a) Réductions des émissions dues à la déforestation ; (b) Réduction des émissions dues à la dégradation ; (c) Conservation des stocks de carbone ; (d) Gestion forestière durable ; (e) Augmentation des stocks de carbone. Pour que la REDD+ réalise son plein potentiel d'atténuation, les causes de la déforestation et de la dégradation des forêts doivent être efficacement appréhendées, ce qui demande aux gouvernements nationaux d'entreprendre des réformes de leurs politiques, pratiques et processus affectant spécifiquement la gestion forestière et plus généralement la gestion des terres (Chapman, 2015).

La mise en œuvre de la REDD+ consiste en trois phases (Meridian Institute, 2009). Dans la première phase de « préparation », les pays préparent une stratégie nationale de la REDD+ à travers des consultations multi-acteurs, commencent à construire une capacité en termes de suivi, rapportage et vérification (MNV) et conçoivent des activités de démonstration. La seconde phase est une « préparation plus aboutie », mais l'intérêt central est de mettre en œuvre les politiques et les mesures pour réduire les émissions. La troisième consiste en une adhésion totale à la CCNUCC pendant laquelle, les pays forestiers tropicaux sont uniquement indemnisés pour la réduction des émissions et l'augmentation des stocks de carbone relatifs à des niveaux de référence acceptés (Wertz-Kanounnikoff and Angelsen, 2009).

Alors que le débat de la REDD+ insiste sur la séquestration du carbone et les émissions provenant des changements d'affectation des terres évités, il est maintenant largement reconnu que la REDD+ doit aussi délivrer des bénéfices non-carbone liés aux sources de revenus, biodiversité, amélioration institutionnelle, autres services écosystémiques (par exemple les cycles des éléments, des services de protection des bassins versants, etc.).

Une question récurrente dans le débat autour de la REDD+ est de savoir à quels niveaux la comptabilité et l'offre des incitants vont se faire. Il y a trois options : (i) un support direct aux projets (niveau

sous-national), (ii) un support direct aux pays (niveau national), ou (iii) des approches « imbriquées » qui combinent les deux (Angelsen *et al.*, 2008 ; Pedroni *et al.*, 2009). La préférence générale tend vers une approche nationale. Cependant, de nombreuses activités basées sur des projets REDD+ sont déjà en cours en réponse à l'appel pour des activités de démonstration afin d'instruire la conception d'un mécanisme REDD+ global. Une approche imbriquée, la plus flexible des trois approches, permet aux pays de commencer avec des activités infranationales et d'évoluer progressivement vers une approche nationale (Wertz-Kanounnikoff and Angelsen, 2009). De même les pays sont encouragés à développer leurs capacités en matière de MNV selon une approche par étape afin de permettre une participation aussi tôt que possible et une évolution adéquate du développement des capacités.

2.3.2. L'état de la REDD+ en Afrique centrale

Les forêts du Bassin du Congo sont les secondes plus grandes forêts denses au monde, et en cela représentent potentiellement un endroit privilégié (Fobissié *et al.*, 2014) pour mettre en œuvre la REDD+. Une publication récente de Assembe-Mvondo *et al.* établit la distinction entre plusieurs groupes au sein des pays membres de la COMIFAC quand il s'agit de la REDD+. Premièrement, le groupe des pays membres de la COMIFAC qui semble être une priorité pour la communauté internationale²⁰. Avec la bonne volonté de la Banque Mondiale (PIF), UN-REDD et dans une certaine mesure la Norvège et la Banque Africaine de Développement, ces quatre bailleurs ont adopté et validé leur Proposition de Préparation à la REDD (R-PP). Certains d'entre eux, comme la RDC, sont dans ce qu'il convient d'appeler la phase d'investissement après le développement et l'adoption de leurs stratégies nationales REDD+ (Aquino and Guay, 2013). Deuxièmement, c'est le groupe des pays qui possèdent moins de potentiel forestier, mais qui sont engagés dans le processus REDD+ à travers des programmes et des activités d'atténuation avec le soutien de la coopération internationale²¹. Ce groupe de pays semble engagé sur une base volontaire dès lors qu'ils ne sont pas initialement visés comme des pays qui soient éligibles à l'initiative REDD+. Dans la même veine, le Burundi et le Tchad ont officiellement posé leur candidature pour entrer dans l'instrument du FCPF géré par la Banque Mondiale. Le Gabon a été enregistré comme pays bénéficiaire

20 Il s'agit de la RDC, Cameroun, République du Congo et la République Centrafricaine (RCA).

21 Burundi, Tchad, Rwanda, et São Tomé et Príncipe

de cet instrument à travers sa Note d'Idée de Projet de préparation (R-PIN), sa position actuelle à propos de la REDD+ tend vers la renonciation. Quant à la Guinée équatoriale, son attitude est simplement passive envers la REDD+.

De manière générale, on peut dire que, bien que les pays d'Afrique centrale se trouvent à différentes étapes dans la mise en œuvre du processus REDD+, ils sont finalement tous engagés dans la première phase (phase de préparation).

Le plus avancé est certainement la RDC qui est proche de compléter sa phase 1 et qui a mis en œuvre un certain nombre de projets de démonstration. La RDC a attiré des financements substantiels pour les besoins de sa préparation à la REDD+ à hauteur

de 23 millions \$ financés principalement par FCPF et UN-REDD. En plus, le Fonds Forestier du Bassin du Congo (FFBC) s'est engagé à fournir 35 millions \$ pour la mise en œuvre de projets pilotes REDD+, tandis que le Programme d'Investissement Forestier (PIF), exécuté par la Banque Mondiale et la Banque Africaine de Développement a engagé 60 millions \$ pour financer des investissements dans trois grandes localités congolaises (Kinshasa, Kisangani et Mbuji Mayi – Kananga). Les paiements basés sur les résultats de la réduction des émissions sont encore un objectif futur (Aquino, 2012).

3. Leçons tirées des initiatives précoces d'atténuation

3.1 Leçons de la gestion forestière durable

La GFD a réalisé des progrès significatifs en Afrique centrale pendant les 20 dernières années grâce à un certain nombre de facteurs comprenant ce qui suit :

Volonté politique des gouvernements des pays membres de la COMIFAC qui a abouti à l'amélioration des cadres institutionnels et légaux au sein desquels la production de bois d'œuvre et la conservation de la biodiversité étaient conduites. En fait, depuis la moitié des années quatre-vingt-dix, tous les pays producteurs de bois d'œuvre ont révisé leur législation forestière pour introduire de nouveaux éléments définissant les obligations pour les gestionnaires des concessions forestières de développer et de mettre en œuvre des plans d'aménagement forestier. De plus, la législation forestière alors adoptée prévoyait des dispositions pour une meilleure implication des populations locales dans la gestion forestière durable pour leurs propres bénéfices.

L'engagement du secteur privé encouragé par des instruments du marché comme la certification forestière pour répondre à la demande des marchés sensibles à l'environnement des pays importateurs de bois d'œuvre en Europe de l'Ouest, aux USA et au Japon. Les entreprises du secteur privé étaient prêtes à investir à long terme dans des stratégies de gestion qui leur donneraient accès au marché du bois certifié et à améliorer leur image internationale. L'investissement réalisé comprenait : l'acquisition

d'une nouvelle expertise en techniques associées à la GFD, mais aussi le financement pour la conception et le développement de stratégies d'aménagement forestier à long terme et l'établissement des cellules de télédétection au sein de leur structure. Sans l'engagement du secteur privé, la gestion forestière orientée sur la question du carbone serait très difficile à atteindre en Afrique centrale. Cependant, pour une meilleure implication du secteur privé, la viabilité financière sur le long terme d'un projet forestier d'atténuation est primordiale pour les sociétés qui gèrent des concessions forestières.

L'implication de la communauté des bailleurs de fonds qui fournissent leur soutien à la fois aux gouvernements nationaux et aux entreprises du secteur privé. D'une part, la communauté internationale a apporté son soutien technique et financier pour appuyer les gouvernements à entreprendre des réformes de la politique forestière. Un exemple de ce soutien fourni par la communauté internationale aux gouvernements est illustré par l'aide apportée par la Banque Mondiale au gouvernement du Cameroun (Toppa *et al.*, 2009). En 1994, le gouvernement introduisit un éventail de réformes de la politique forestière, à la fois régaliennes et basées sur le marché. Les réformes modifièrent les règles sur qui pouvait accéder aux ressources forestières, comment cet accès pouvait être obtenu, comment les ressources pouvaient être utilisées et qui allait bénéficier de leur utilisation. Ce rapport évalue les



© Frédéric Sepulchre

Photo 5.5: Un feuillage généreusement déployé à la cime d'un tronc rectiligne, tel est le phénotype souvent rencontré dans les forêts d'Afrique centrale

résultats des réformes dans les zones forestières riches du Cameroun, où l'influence des élites industrielles et politiques a dominé depuis les temps coloniaux.

D'autre part, les bailleurs internationaux comme l'Agence française de Développement (AFD) a supporté financièrement des compagnies crédibles du secteur privé qui avaient l'intention d'orienter leurs opérations vers l'adoption des techniques de

l'aménagement forestier durable en fournissant des prêts à faible taux d'intérêt au Gabon, en République Centrafricaine et au Cameroun.

De tels supports multilatéraux ou bilatéraux aux gouvernements et aux opérateurs du secteur privé peuvent être décisifs dans les essais actuels de promouvoir la gestion forestière basée sur la question du carbone en Afrique centrale.

3.2 Leçons tirées des premières initiatives REDD+

Les obstacles qui ont empêché la REDD+ de progresser plus rapidement en Afrique centrale sont principalement associés à la politique économique sous-jacente de la déforestation et de la dégradation des forêts dans un contexte d'une gouvernance (forestière) souvent faible, l'existence de défis de coordination multisectorielle et de niveaux multiples, et d'objectifs de développement national en concurrence (Martius, 2015). Une étude de huit initiatives à l'échelle infranationale en Afrique comprenant le Cameroun (Sills *et al.*, 2014) montre que la question foncière et la finance sont des défis clés, mais que les problèmes avec l'échelle, les mesures, la notification et la vérification (MNV) sont aussi pertinents. Dans plusieurs initiatives, les fonds initiaux des bailleurs s'épuisent avant que la finance de la REDD+ ne devienne viable.

Les obstacles institutionnels peuvent être illustrés par le cas du Cameroun qui a été impliqué dans la REDD+ depuis 2007 (Brown *et al.*, 2011). Le Cameroun souffrait d'une législation forestière contradictoire (Somorin *et al.*, 2014). Gardant à l'esprit que les causes de perte des forêts sont profondément ancrées dans des causes sectorielles transversales, appliquer la REDD+ va requérir des changements politiques et des réformes majeurs, à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du secteur forestier (Epule *et al.*, 2014). Le processus politique de la REDD+ au Cameroun apparut répéter les faiblesses de la réforme préalable de la loi forestière entreprise en 1994, comme ressenti dans l'appropriation minimale de la REDD+ par les groupes d'acteurs nationaux (Dkamela, 2011 ; Dkamela *et al.*, 2014), la faible inclusion des acteurs à la fois au niveau national et local, l'absence d'une coalition nationale REDD+, et une capacité réduite des agences étatiques à prendre des décisions autonomes en matière de ressources forestières. S'occuper de ces faiblesses et des incohérences entre les politiques sectorielles affectant la gestion des ressources forestières sont des étapes importantes dans l'obtention du changement

politique requis pour la REDD+ (Dkamela *et al.*, 2014).

Economie désavantageuse de la REDD+

La REDD+ connaîtra des temps difficiles lorsqu'elle sera en compétition avec des changements d'utilisation des terres plus rémunérateurs. Alors que la REDD+ pourrait jouer un rôle majeur pour endiguer la perte de biodiversité et pour réduire les émissions de carbone provenant de la déforestation tropicale dans un futur proche, dans un terme plus éloigné, la dépendance à un système qui valorise les forêts seulement pour leur capacité à contenir leur carbone pose un risque sérieux. Il est impératif que les institutions et les politiques, actuellement comme partie intégrante de la préparation aux activités de la REDD+, s'adaptent aux changements futurs dans des structures d'incitants auxquelles les pays forestiers tropicaux sont confrontés, par exemple à la politique climatique induite par la demande en biocarburants (Martin Persson, 2012). Cependant, il a été démontré que la gestion stratégique de, par exemple, l'huile de palme en Indonésie peut permettre à la fois la maximisation du rendement des récoltes et l'obtention d'objectifs de conservation à l'échelle du paysage (Koh & Ghazoul, 2010).

Economie verte

La REDD+ contribue à l'économie verte (EV) et au développement à faibles émissions (LED). Beaucoup de pays de par le monde sont en train de développer des stratégies explicites pour promouvoir l'économie verte ou des économies de transition « basées sur le bio » en vue de réduire leur dépendance vis-à-vis des ressources non renouvelables et d'augmenter la durabilité. L'économie verte et les visions d'une croissance verte visent à améliorer le bien-être humain et l'équité sociale, tout en réduisant significativement les risques environnementaux et les dégâts écologiques, préservant ainsi le patrimoine naturel (UNEP 2010, 2011). Le concept de l'EV reconnaît spécifiquement que nous atteignons les limites

planétaires et défie la primeur de la croissance comme principe du modèle économique actuel (Rockström *et al.*, 2009a, b; CIFOR, 2014a). Dans ce contexte, LEDS (aussi appelé Stratégie de développement à faibles émissions de carbone) décrit « des plans ou des stratégies de développement économique avant-gardistes qui comprennent des émissions faibles et/ou une croissance économique résistante au climat » (OECD, IEA 2010, cité d'après UN-DESA, 2012).

Il y a un intérêt croissant des gouvernements, bailleurs de fonds et du secteur privé à pousser la mise en œuvre d'une EV. Promue à travers un discours global se focalisant sur la durabilité environnementale, ce concept connote la notion de LED. Rendre plus vertes les chaînes d'approvisionnement des matières premières et la REDD+ sont deux approches générales présentes dans LED, et l'EV plus généralement. Ce discours percole d'un niveau global à national, infranational et local, et est traduit, contesté et interprété par différents acteurs de l'état et du monde des affaires poursuivant des intérêts et des objectifs variés. Un cortège de concepts et d'approches a été intégré sous le même toit. L'efficacité d'une telle pléthore d'approches n'est pas bien comprise, ni en termes d'évitement de la déforestation et de la dégradation des forêts, ni en termes d'amélioration du bien-être local (CIFOR, 2014b; Obidzinski *et al.*, 2014).

Deux aspects qui relient la REDD+ à l'EV/LEDS sont importants. Premièrement, la REDD+ est un élément important de l'EV/LEDS (UNEP, 2014) car elle est non seulement une activité à faibles émissions de carbone (elle vise à protéger les forêts) mais aussi potentiellement une source de croissance économique (elle crée des incitants économiques pour protéger les forêts), et elle vise à agir en faveur des pauvres. La REDD+ peut aussi servir à sauvegarder les services rendus par les écosystèmes forestiers, améliorer la gouvernance forestière et protéger les droits des peuples indigènes et des communautés locales en transition vers une économie globale et verte. L'aménagement forestier est un élément important de n'importe quel chemin de l'EV/LEDS. Deuxièmement, les expériences de la REDD+ peuvent être particulièrement importantes pour instruire des débats politiques plus larges à propos du développement d'émissions faibles dans et à l'extérieur des forêts. Les politiques et les mécanismes de la REDD+ ont été testés et débattus depuis plusieurs années maintenant. Les leçons tirées de la REDD+ soulignent les défis associés à LEDS dans le secteur forestier, et les compromis inhérents à de nombreuses décisions REDD+ (Phelps, 2015). Il semble que ce soit le bon moment de réfléchir sur les leçons tirées des expérimentations et la mise en

œuvre de la REDD+ sur le terrain et comment cela peut documenter des démarches vers l'EV/LEDS.

Les pays devraient se préparer pour une grande flexibilité dans la finance REDD+. Par exemple, beaucoup de pays sont en train de se préparer pour devenir éligibles à des financements à travers le Fonds Vert pour le Climat, qui identifie la REDD+ comme une zone de résultats prioritaires. Parallèlement, des efforts pour évoluer vers des activités de l'EV/LEDS doivent considérer dans quelle mesure ils dépendront du financement public ou privé étant donné que les mécanismes du marché n'ont pas encore fait leurs preuves dans le cas de la REDD+.

Mesure, rapportage et vérification

Etre capable de mesurer de façon fiable et de suivre l'étendue des forêts, de la déforestation et de la dégradation des forêts, et d'estimer les stocks de carbone est un prérequis au paiement des résultats. Comme les pays progressent à travers les phases de la REDD+, ils doivent développer des niveaux de référence et un système national de suivi qui quantifie les réductions des émissions.

Etablissement de niveaux de référence des émissions d'origine forestière (NER) et/ou Niveau de Référence Forestière (NR) (voir Décision CCNUCC 12/CP.17), et aussi les systèmes de Mesure, Notification et Vérification (MNV) des réductions et suppressions des émissions (14/CP.19) sont dès lors des conditions formelles pour que les pays se qualifient pour établir un programme REDD+ officiellement reconnu. Un cadre de la REDD+ par étapes ou par paliers (Herold *et al.*, 2012) pour fixer les NER/NR et pour mesurer les réductions des émissions REDD+ et la suppression de GES (MNV) reconnaît que les pays devraient commencer avec les capacités dont ils disposent, construire sur leurs points forts, et combler les vides comme ils progressent à travers les phases de la mise en œuvre de la REDD+. Le processus des estimations techniques des NER/NR a été accepté à la Conférence des Parties (COP) 19 comme partie intégrante du Cadre de Varsovie pour la REDD+.

Ciblage des causes. Comme beaucoup d'activités de la REDD+ traitent des actions et des acteurs en dehors des forêts, le suivi doit dépasser les surfaces forestières (Salvini *et al.*, 2014), et les données doivent comprendre plus que les données écologiques et environnementales de base. L'information socio-économique est essentielle pour comprendre à la fois les causes de proximité, ainsi que de fournir une base de référence par rapport à laquelle certains des co-bénéfices de la REDD+ pourront être mesurés. Ceci



Photo 5.6: Tout projet en zone rurale nécessite des concertations avec la population locale

peut requérir des efforts accrus dans le renforcement des capacités.

Les pays peuvent choisir d'inclure dans leurs systèmes nationaux de suivi des forêts, l'information sur les causes de la déforestation et dans quelle mesure les différentes activités et politiques sont efficaces dans l'obtention des réductions des émissions (CCNUCC Décision 11/CP.19). Collecter cette information et la rendre disponible dans ces systèmes sera essentiel pour comprendre ce qui marche et ce qui ne marche pas sous la REDD+. Ceci peut constituer une information précieuse pour décider quelles interventions REDD+ ont le mieux traité les causes-clés (Hosonuma *et al.*, 2012). En même temps que l'on rencontre ces requêtes internationales, les systèmes nationaux de suivi peuvent être adaptés aux besoins de la mise en œuvre nationale, de façon à ce que les activités de la REDD+ soient tracées par les multiples acteurs impliqués. Ceci peut constituer une base pour la distribution des bénéfices de la REDD+ et la vérification de cette distribution.

Besoins en données. Les systèmes de suivi des données requièrent des données sur les activités (l'utilisation des terres), les facteurs d'émissions et de suppression, et des données sur les causes de la déforestation. Le GIEC a dressé les contours d'un cadre pour les deux premiers types de données qui reconnaisse le degré de capacité différent des pays à estimer et à suivre ces données (Romijn *et al.*, 2012). Les pays qui sont en train de développer les NER peuvent faire des ajustements en fonction de leurs circonstances nationales.

Le manque de données spécifiques d'une résolution suffisamment élevée dans les pays et les régions limite notre capacité à convertir les estimations de surfaces de déforestation, de dégradation des forêts et d'utilisation des terres en estimations fiables des émissions, des puits de carbone et changements dans les stocks de carbone pour la plupart des pays tropicaux (Verchot *et al.*, 2012) y compris ceux de l'Afrique centrale. Cette contrainte peut être surmontée rapidement si les pays réalisent des investissements ciblés et coordonnés et développent des partenariats productifs avec les services techniques dans les pays de la REDD+, des agences intergouvernementales et des instituts de recherche avancée dans les pays développés. Même si des données sur des éléments clés de la REDD+ – taux de déforestation et de dégradation des forêts, potentiels d'atténuation, aspects concernant la distribution des bénéfices, et protections – sont disponibles, ils sont trop souvent dispersés à travers les agences et ne sont pas traduits dans une forme judicieuse et compréhensible qui

peut être utilisée pour la conception de la REDD+ nationale (Hosonuma *et al.*, 2012; Korhonen-Kurki *et al.*, 2013). Les pays doivent faire davantage d'efforts pour générer et stocker des données structurées, et les traduire en preuves qui ont un sens, en information, lignes directrices et outils. Ce qui est critique dans cet effort international c'est la compatibilité entre les systèmes, non seulement en termes de quelles données sont collectées mais aussi comment elles sont compilées et triées.

Les manques de capacité. Dans une étude globale sur l'état de développement et les tendances concernant les capacités nationales de MNV, Romijn *et al.*, (2012) ont intégré différentes sources de données globales pour évaluer les dynamiques entre 2005 et 2010 dans les pays en développement. Les résultats de cette étude mettent en évidence que les systèmes de suivi de la REDD+ doivent être conçus selon les caractéristiques et les capacités de chaque pays et il est suggéré que les pays qui disposent de bonnes capacités jouent un plus grand rôle dans la coopération sud-sud sur ce sujet. Une mise à jour de l'étude des systèmes de suivi vient juste d'être publiée (Romijn *et al.*, 2015).

Un MNV participatif. Tandis que l'importance de la participation des peuples indigènes et des communautés locales a été reconnue à travers le processus CCNUCC, les approches participatives restent sous-développées et sous-utilisées. L'implication des communautés locales dans les activités de suivi national forestier a le potentiel d'accroître l'efficacité du suivi, de réduire les coûts, et simultanément de promouvoir la transparence et une meilleure gestion forestière (Pratihast *et al.*, 2014), mais il pourrait y avoir des coûts d'opportunité (par exemple la charge de travail et le temps nécessaires pour s'occuper des récoltes et du bétail). Ces auteurs ont pu valablement valider les données sur la biomasse établies par le biais d'un MNV basé sur la communauté en les rapprochant des estimations produites par des experts professionnels. Cependant, les processus suivants qui consistent à notifier et à vérifier (le «N» et le «V» dans le MNV) requièrent beaucoup plus d'attention pour développer des systèmes fiables. La recherche et une expérience grandissante dans de nombreux endroits peuvent aider à combler ce vide.

Les mécanismes de partage des bénéfices

Les mécanismes de partage des bénéfices représentent un élément-clé pour les systèmes nationaux REDD+ pour créer des incitants requis pour réduire avec succès les émissions de carbone et renforcer les résultats combinés économiques et environnementaux (Bouyer *et al.*, 2013). Les mécanismes de

partage des bénéfices comprennent tous les moyens institutionnels, structures et instruments pour la distribution de la finance et des autres bénéfices nets des programmes REDD+.

Les bénéfices peuvent être monétaires ou non. Par exemple, la mise en œuvre de la REDD+ peut clarifier la question foncière, soutenir l'aménagement forestier et la gouvernance, faciliter le transfert de technologie, et maintenir ou même améliorer les services écosystémiques (DiGregorio *et al.*, 2012). Des approches basées sur les fonds, des contrats de concessions forestières, des loyers de location des terres (Assemble-Mvondo *et al.*, 2013) et des instruments basés sur les marchés sont à dominance verticale. Des approches horizontales comprennent la gestion des ressources naturelles par les communautés et la gestion forestière conjointe. Jusqu'à présent,



Photo 5.7: Les petits arbres ne sont pas les seuls à devoir céder leur place au profit de l'agriculture sur brûlis

Encadré 5.1: Partage des bénéfices générés par la gestion des terres au Cameroun

Samuel Assemble-Mvondo

La plupart des pays d'Afrique centrale qui ont gagné leur indépendance au début des années soixante ont hérité de systèmes foncier et forestier caractérisés par une forme de coexistence conflictuelle entre une loi écrite dominante et une loi coutumière marginalisée. En fait, la réforme légale de l'administration post coloniale n'était pas structurée. Elle visait à adapter le régime colonial au nouveau statut d'états indépendants ou à perpétuer la dominance des lois écrites sur les lois coutumières (Hesseling et Le Roy, 1990). Ceci a graduellement érodé les pratiques coutumières au bénéfice du système légal imposé par les autorités coloniales européennes. Ainsi, ce système foncier post colonial intégrait la terre coutumière, qui était considérée vacante et inoccupée, dans le domaine de l'État. Les communautés locales furent dès lors presque complètement dépourvues de leurs terres ancestrales. La propriété coutumière fut remplacée par les droits d'usage accordés aux communautés locales et aux peuples indigènes et par la possibilité pour n'importe quel opérateur d'obtenir un certificat ou un titre foncier. Le monopole étatique sur la terre était confirmé dans le système légal et par l'enregistrement systématique. L'héritage du système foncier duel (statutaire vs coutumier) s'est poursuivi durant l'ère de l'indépendance, et jusqu'à présent. De tels systèmes fonciers peuvent réellement favoriser à la fois l'insécurité des droits et la déforestation, contrairement aux objectifs et aux résultats de la REDD+ (Sunderlin *et al.*, 2008 ; Cotula et Mayers, 2009).

Après des décennies d'une faible gouvernance décentralisée, autoritaire par l'administration post coloniale, certaines mesures timides ont été adoptées notamment par la RDC (où le droit de propriété coutumier est devenu constitutionnel depuis 2006), la République du Congo et la République Centrafricaine (où des droits coutumiers sont accordés aux peuples indigènes). Le Cameroun semble dans une certaine mesure un pays pionnier où la gestion de la terre peut générer des bénéfices socio-économiques pour tous les acteurs. En effet, les provisions du Décret No 76-166 du 27 avril 1976 pour établir les termes et les conditions pour la gestion des terres nationales au Cameroun requièrent que chaque bénéficiaire d'une terre nationale, qu'elle soit détenue par droit ou par location, doit payer un montant annuel. Ce revenu est réparti entre l'État, l'entité locale et les communautés villageoises. Une évaluation réalisée par Assemble-Mvondo *et al.* (2013), montre qu'une des cinq agro-industries de l'échantillon paye des royalties à : l'État (40 %), trois entités locales (40 %) et huit communautés villageoises (20 %) dans lesquelles ses plantations de canne à sucre sont situées. Sous cet aspect, les termes contractuels du bail emphytéotique conclu entre la compagnie et l'État camerounais respectent le fond et la forme de la loi foncière de 1976. Sur ce point, le montant total payé comme redevance foncière en janvier 2012 pour 15 800 ha était de 155 725 €. Les autorités locales des trois entités locales ont affirmé que les revenus financiers perçus comme paiement de la redevance foncière annuelle fait partie de leur budget ordinaire de dépense. Les revenus contribuent au paiement des salaires des employés des entités locales au début de l'année fiscale. Pour leur part, certains villages ont investi leurs ressources financières dans les infrastructures scolaires à travers la construction et la réhabilitation de salles de classes et de résidences pour les professeurs. Cependant, les autres villages reconnaissent que le revenu perçu durant les trois dernières années a été distribué en espèces aux familles pour des célébrations.

En dépit de réelles opportunités socio-économiques fournies par la distribution des bénéfices des redevances foncières au Cameroun, le mécanisme ne remplit pas les critères d'efficacité, d'efficience et d'équité requis par la REDD+. En effet, le système est gêné par une tendance de mauvaise gouvernance dans l'ensemble du pays, il est incomplet et mal conçu. Il est donc nécessaire de le réformer sur la base des principes de protection de la REDD+.

les pays ont eu tendance à améliorer des modèles existants qui sont les plus familiers possible dans leur contexte (Pham *et al.*, 2013). Cette approche peut réduire les coûts et attirer le soutien politique. Cependant, l'efficacité, l'efficience et l'équité de ces modèles dépendront de la responsabilité, de la transparence et de la capacité de gestion financière de l'état (gouvernement central, souvent le département forestier national) ce qui est plutôt faible dans certains des pays étudiés.

La légitimité des institutions prenant les décisions, la considération du contexte et l'attention portée au processus sont critiques pour les acteurs pour qu'ils perçoivent les bénéfices comme équitables (Luttrell *et al.*, 2013). Construire cette légitimité requiert une attention à la distribution équitable des profits, une procédure équitable et un compromis sur lequel les institutions ont l'autorité de prendre des décisions. Au niveau local, les paiements en nature ou en espèces sont souvent attendus. Pourtant, la distribution des revenus sur un grand nombre de bénéficiaires ou un stock de carbone concerné relativement bas (par exemple des forêts sèches) peut réduire ou diluer les paiements. Combiner les paiements REDD+ avec des programmes supplémentaires, ou utiliser ceux-ci à des niveaux juridiques pour créer le développement de revenus peuvent s'avérer des stratégies plus fructueuses.

Protections

Le financement de la REDD+ basé sur les résultats est conditionné par la mise en œuvre du système d'information sur les sauvegardes (SIS) pour traiter les critères sociaux, environnementaux et de gouvernance qui vont au-delà de la question du carbone. Les pays sont contraints de se conformer aux sept protections définies dans la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) de l'accord de Cancun, qui se focalise sur le fait de ne pas causer de dommages, promouvoir la bonne gouvernance et les bénéfices multiples, et assurer l'intégrité des émissions (Décision CCNUCC 1/CP.16). De surcroît, les juridictions et les projets engagés avec des bailleurs multi et bilatéraux et des certificateurs tiers doivent considérer des standards supplémentaires pour démontrer la bonne performance sociale et environnementale.

Mis à part l'exigence internationale que le SIS doit être «transparent, cohérent, complet et équitable» et «construit sur la base de systèmes existants, et appropriés» (Décision CCNUCC 1/CP.16), les pays n'ont pas reçu beaucoup de guidance sur l'utilisation des indicateurs appropriés, les méthodes de collecte de données, et les cadres de rapportage. Il y a une variabilité considérable dans la capacité des pays à mettre en œuvre le SIS au niveau national et à suivre les impacts de la gouvernance, les impacts sociaux et environnementaux de la REDD+, et les coûts de la mise en œuvre adéquate des systèmes – qui s'étendent sur une vaste étendue de secteurs – peuvent être prohibitifs. Les défis induits par l'harmonisation, la souveraineté, la capacité et les coûts deviendront encore plus apparents dès lors que le dialogue sur les principes de protection de la REDD+ transitent d'un discours international vers l'action (Jagger *et al.*, 2012; 2014). Bien que les activités de préparation de la REDD+ de nombreux pays d'Afrique centrale soient supportées par des bailleurs multilatéraux (par exemple la Banque Mondiale, UN-REDD) et redevables envers ceux-ci vis-à-vis de leurs propres politiques de sauvegarde, le progrès sur le terrain a été en quelque sorte limité.

L'harmonisation de plusieurs politiques (de sauvegarde) est cruciale afin d'éviter les redondances et les législations contradictoires alors que la REDD+ est intégrée dans les efforts de l'EV/LEDS plus larges. Beaucoup reste à faire entre les niveaux nationaux et internationaux pour traiter de ces questions efficacement.

Synthétiser les leçons tirées des expériences diverses des pays engagés dans des standards internationaux multiples pourrait fortement contribuer à la mise en œuvre d'une REDD+ qui irait au-delà de «ne pas causer de dommage» pour fournir activement un ensemble de bénéfices sociaux et environnementaux. Aussi, des preuves de terrain sur les impacts sociaux et environnementaux des programmes et projets pilotes de la REDD+ pourraient aider pour informer nos choix des indicateurs afin de respecter les droits locaux, en s'assurant de la participation locale et en améliorant les bénéfices non-carbone.

4. Défis et voies futures

En jugeant sur les preuves amassées à propos de la REDD+ dans les pays de la COMIFAC, beaucoup reste à faire. Quelques pays sont plus avancés que d'autres dans leur préparation REDD+. Cependant, même les pays avancés sont encore loin de posséder des systèmes fonctionnels et des opérations REDD+ qui soient efficaces, efficientes et qui délivrent des revenus équitables. Plus particulièrement dans les états fragiles, la REDD+ ne parviendra pas à exister dans une « bulle de transparence et de bonne gouvernance » si toutes les autres politiques sectorielles autour ne sont pas suffisamment performantes sur ces questions. Ceci est particulièrement vrai dès lors que les politiques de la REDD+ empiètent sur de nombreux secteurs non-forestiers – tels que ceux traitant de l'agriculture, de la finance, de l'environnement, du bien-être social – et doivent être imbriquées avec les politiques de ces secteurs. D'où, la question demeure de savoir que faire à propos de la REDD+. La REDD+ ne restera une option viable pour ces pays que s'ils parviennent à faire trois choses. Ils doivent inclure la REDD+ dans le contexte plus large des politiques de développement. Ils doivent développer d'autres mécanismes, non-basés sur les marchés, afin de réduire la pression sur les forêts et les ressources forestières. Et ils doivent s'engager dans une large réforme politique de tous les secteurs, incluant la primauté du droit, la bonne gouvernance et la transparence, et résoudre les impasses légales en souffrance telles que la question des droits à la terre et au carbone (Seymour et Angelsen, 2012).

La question demeure de savoir comment la communauté internationale peut au mieux soutenir les pays de la COMIFAC dans les voies qui mènent à ces résultats. Si le monde est engagé à réduire les émissions terrestres, des efforts sont à consentir pour supporter cet objectif qui va plus loin que les efforts actuels et qui sont davantage fédérateurs plutôt que concentrés sur les politiques du climat. Cependant, il ne faut pas oublier les leçons tirées de l'analyse politique de la REDD+ de Korhonen-Kurki *et al.* (2014) qui va bien plus loin que la REDD+, à savoir : s'il n'y a pas une forte appropriation nationale du processus politique, si un tel processus est principalement dirigé par des forces à l'extérieur des pays et s'il n'y a pas une forte coalition nationale qui soutient les réformes, le changement transformationnel ne se fera probablement pas. Développer cela prend du temps et demande des efforts de développement d'une capacité nationale qui peuvent s'étendre sur des décennies. Le fait que les forêts du Bassin du Congo montrent des taux de déforestation plus bas que ceux

des autres continents, est un fait heureux qui permet aux politiques de profiter d'un temps précieux pour développer la gouvernance, les infrastructures et la capacité des pays de la COMIFAC.

Les objectifs qui sous-tendent la REDD+ devraient être intégrés dans des agendas nationaux plus larges pour le développement et la réduction de la pauvreté. Ceci est essentiel si on veut que ces objectifs soient largement mis en œuvre et supportés par les citoyens et tous les niveaux de la société (Martius, 2015). À un niveau global, les discours sur la REDD+ mettent l'accent sur la séquestration du carbone et les émissions évitées provenant du changement de l'affectation des terres comme le bénéfice principal, alors que la contribution de la forêt aux revenus domestiques, à la biodiversité, à l'amélioration institutionnelle, aux autres services écosystémiques (par exemple le cycles des éléments nutritifs, la protection des services des bassins versants, etc.) sont externalisés comme co-bénéfices. Cette emphase est renversée au niveau local. Pour les acteurs locaux – ménages, communautés et décideurs – les principaux bénéfices attendus de la REDD+ sont souvent des revenus en espèces ou d'autres bénéfices domestiques (comme la diversification des sources de revenus, les



Photo 5.8: Flottage de bois à Nioki (Bandundu - RDC)

avantages liés aux services de vulgarisation, etc.), de meilleurs services et infrastructures, et une augmentation tangible des indicateurs de développement (par exemple, meilleure santé, mortalité des femmes enceintes et des enfants réduite). En Afrique centrale, la pauvreté rurale peut être exceptionnellement élevée, celle-ci étant une cause sous-jacente de la déforestation et de la dégradation des forêts.

Les partisans de l'idée initiale de la REDD comme un mécanisme de « paiement pour services écosystémiques » s'attendaient à des coûts d'opportunité très faibles, mais ces calculs économiques initiaux se sont pour la plupart avérés incorrects. Certains partisans des initiatives pilotes de la REDD+ ont insisté sur le fait que les incitants financiers, alors lents à se matérialiser, semaient la confusion parmi

les acteurs (Tiani *et al.*, 2014); certains promoteurs de projets ont investi de larges sommes d'argent pour tenter de maintenir un soutien local en attendant le financement REDD+ (Kowler *et al.*, 2014). La REDD+ manque de légitimité dans certaines communautés locales où elle n'a pas été clairement placée dans le contexte de réduction de la pauvreté (Kengoum et Tiani, 2013; Somorin *et al.*, 2014).

Les attentes déçues sont créées par des relations de pouvoir et ont ralenti le rythme de progression dans les négociations et la mise en œuvre de la REDD+. Ceci constitue un argument puissant pour souligner que la réduction de la pauvreté et les objectifs de développement surpassent les objectifs climatiques si on s'attend raisonnablement à ce que la REDD+ soit mise en œuvre avec succès.

CHAPITRE 6

FORÊTS ET CHANGEMENT CLIMATIQUE EN AFRIQUE CENTRALE : SYNERGIE ENTRE ATTÉNUATION ET ADAPTATION

Richard Eba'a Atyi¹, Eugene Loh Chia¹, Félicien Kengoum¹, Alba Saray Pérez-Terán¹, Richard Sufo Kankeu¹

¹CIFOR

1. Introduction

La notion de concevoir et de mettre en œuvre des politiques et des projets en réponse au changement climatique, qui produisent simultanément des résultats positifs pour l'adaptation et pour l'atténuation, est en train de gagner du terrain sur les agendas nationaux et internationaux de la recherche et de la prise de décisions (Elias *et al.*, 2014). La région d'Afrique centrale n'est pas laissée de côté dans cette quête pour la synergie entre l'adaptation et l'atténuation. L'IPCC (2007) fait référence à la synergie comme « l'intersection entre l'adaptation et l'atténuation de façon à ce que leur effet combiné soit supérieur à la somme de leurs effets si elles étaient mises en œuvre séparément ». Littéralement, synergie signifie « travailler ensemble », ce qui veut dire qu'il est important de regarder le processus et les dimensions où les opportunités pour l'atténuation et l'adaptation de travailler ensemble peuvent être identifiées. Dans ce cas, deux inter-relations peuvent émerger entre l'atténuation et l'adaptation. Premièrement, une relation dans laquelle l'adaptation a des conséquences (+/-) sur l'atténuation. Et deuxièmement, une relation dans laquelle l'atténuation a des conséquences (+/-) sur l'adaptation. Ces deux relations indiquent qu'il y a toujours un besoin de minimiser les conséquences négatives et de maximiser les conséquences positives entre atténuation et adaptation.

Dans les pays du Bassin du Congo, il y a urgence à la fois pour l'atténuation et l'adaptation. Tout d'abord, les écosystèmes forestiers du Bassin du Congo sont pertinents pour l'équilibre global du carbone à travers leur énorme potentiel de séquestration et de stockage. Par ailleurs, les forêts et les communautés dépendantes de la forêt sont

vulnérables au changement climatique. À la lumière de ceci, la conception et la mise en œuvre des politiques et des projets d'adaptation ne peuvent pas être évitées. Néanmoins, dans les secteurs de la forêt et de l'utilisation des terres, les efforts pour conserver des arbres sur pied pour le carbone et les stratégies pour permettre aux forêts et aux communautés d'améliorer leur capacité d'adaptation pourraient solliciter et se concurrencer sur les mêmes types d'activités d'utilisation des terres, et sur d'autres arrangements et inputs institutionnels et de gouvernance. Ainsi, prévoir de concevoir et utiliser les mêmes ensembles de politiques et de stratégies pour des résultats d'atténuation et d'adaptation positifs s'avère crucial pour la région.

Photo 6.1 : Village ou parc à bois ? Dans ce cas, le chevauchement dans l'espace ne permet de les distinguer



© Frédéric Sepulchre

Actuellement, il est important de noter que les dynamiques et l'évolution de synergie sont occultées par différentes terminologies dans la recherche et dans les politiques. Certains des termes comprennent : « intégration des liens entre », « complémentarité

entre », « harmonisation et combinaison entre », atténuation et adaptation. Généralement, la synergie a été soulignée sous différents angles selon l'écosystème, le secteur et l'agenda politique (Figure 6.1) (Illman *et al.*, 2013).

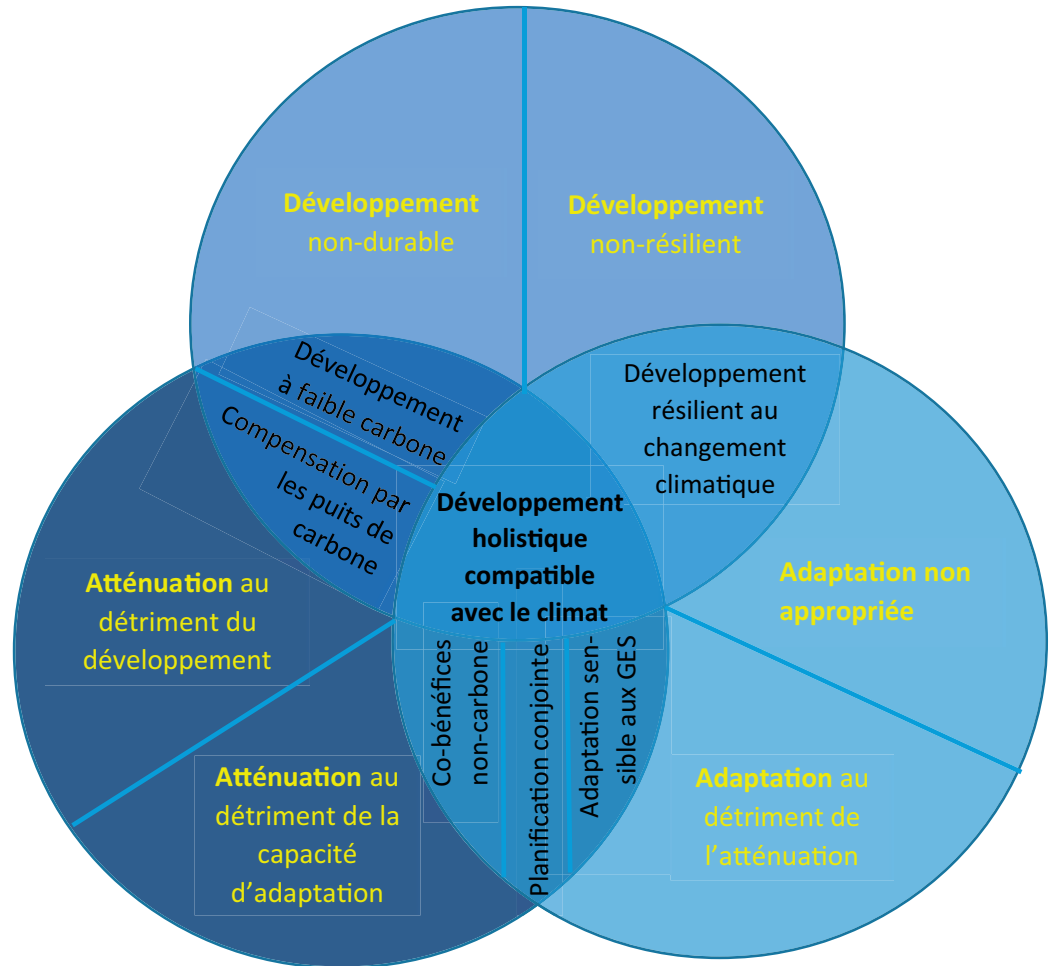


Figure 6.1 : Synergies et compromis entre atténuation, adaptation et intervention de développement
Adapté de Illman *et al.*, 2013

2. Bénéfices potentiels des synergies entre l'adaptation et l'atténuation

Le processus de réponse au changement climatique en Afrique centrale progresse avec l'atténuation à travers le carbone forestier comme processus dominant. Associer l'atténuation à l'adaptation présente des bénéfices potentiels pour le développement d'une réponse politique qui soit viable, équilibrée, efficiente et efficace. La réponse au changement climatique dans la région connaît actuellement un financement limité, plus particulièrement en ce qui concerne l'adaptation. Dans ce cas, en associant l'atténuation et l'adaptation dans une synergie,

l'adaptation bénéficiera des flux financiers qui ciblent les activités d'atténuation. Ceci signifie que les projets d'adaptation qui intègrent des activités d'atténuation peuvent bénéficier des opportunités de la finance du carbone et de renforcement des capacités, et les bailleurs peuvent soutenir des projets d'adaptation qui produisent des bénéfices d'atténuation globaux. Techniquement, les activités d'adaptation et d'atténuation se recouvrent dans les paysages de la région et ce recouvrement, s'il est bien planifié, peut générer des bénéfices à partir des efforts d'atténuation

et d'adaptation. Premièrement, le stockage de carbone à travers l'évitement de la déforestation et la dégradation des forêts a plus de chances d'être permanent s'il intègre les besoins d'adaptation des communautés et des écosystèmes forestiers. Deuxièmement, intégrer les besoins d'adaptation est un incitant et une motivation pour les communautés locales pour accepter les projets carbone et constitue donc une

garantie de durabilité. Des activités intégrées sont beaucoup plus susceptibles d'éviter les redondances et le gaspillage des ressources financières, techniques et matérielles, et la réduction des coûts de transaction dans la conception et dans la mise en œuvre de l'atténuation et de l'adaptation est vitale pour les pays de la région ayant des ressources financières limitées (Chia *et al.*, 2014).

3. Différents niveaux pour poursuivre l'agenda d'intégration de l'atténuation et de l'adaptation pour les pays de l'Afrique centrale

Actuellement, la conception et la mise en œuvre des programmes et des projets du changement climatique au niveau local et national trouvent leur origine dans les régimes internationaux. La COMIFAC a été décisive dans la formulation et la provision d'orientation d'un régime de réponse international au changement climatique, qui prenne en considération les

besoins et les aspirations des peuples et des écosystèmes de l'Afrique centrale. Cette section présente un autre niveau d'opportunité et le contexte dans lequel les pays de la COMIFAC et leurs partenaires doivent poursuivre et renforcer leur position sur les approches de synergie.

3.1. Les cadres politiques de niveau international

Les cadres politiques internationaux sur le changement climatique et les problèmes connexes présentent des dispositions implicites et explicites qui fournissent le fondement pour explorer des opportunités améliorant la synergie entre l'adaptation et l'atténuation. L'Article 2 de la CCNUCC précise que «L'objectif ultime de la présente Convention et de tous instruments juridiques connexes que la Conférence des Parties pourrait adopter est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système

climatique». L'objectif poursuit en déclarant que «il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable» (UNFCCC, 1992). Ces objectifs montrent que l'adaptation et l'atténuation sont toutes les deux judicieuses dans le cadre de la politique climatique internationale. De plus, certaines décisions subséquentes prises sous la CCNUCC sont aussi pertinentes pour intégrer l'adaptation dans les mécanismes du carbone forestier (Encadré 6.1).

Encadré 6.1: Complémentarité de l'adaptation et de l'atténuation dans les processus politiques internationaux

Sous la CCNUCC, la Décision 1/CP.16 insiste clairement sur le fait que les Parties doivent traiter l'adaptation avec la même priorité que l'atténuation. Les garanties des Accords de Cancun qui furent acceptées par toutes les Parties à la CCNUCC devraient être protégées et promues lors de l'engagement dans des activités relatives à l'évitement de la déforestation et de la dégradation des forêts. Ces garanties comprennent la protection et la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques, et l'amélioration des autres bénéfices environnementaux et sociaux. De plus, la Décision 9/CP.19 encourage les entités finançant la REDD+ à mettre à disposition des ressources financières pour les approches conjointes d'atténuation et d'adaptation pour l'aménagement intégral et durable des forêts. La Décision reconnaît aussi l'importance de promouvoir la provision de bénéfices autres que le carbone, ce qui est important pour garantir la durabilité à long terme des activités de la REDD+. Les bénéfices autres que le carbone, les services écosystémiques et les bénéfices sociaux et environnementaux mentionnés dans les différentes décisions pourraient être pertinents pour l'adaptation au changement climatique.

Source: Munroe et Mant, 2014



© Frédéric Sepulchre

Photo 6.2: La compétition entre espèces est parfois rude au cœur des forêts tropicales

Sous la CCNUCC, le seul mécanisme qui relie explicitement l'atténuation et l'adaptation est le Mécanisme de Développement Propre (MDP). Les projets sous ce mécanisme génèrent des compensations de carbone appelées Réductions Certifiées des Emissions (CER) qui sont monnayables sur le marché du carbone. Une taxe (fraction de la transaction) de 2 % des CER délivrés est prélevée pour financer le Fonds d'Adaptation. Le Fonds finance actuellement

des projets permettant l'adaptation au changement climatique dans les pays en développement. Ceci implique que, plus l'atténuation est efficace (c-à-d, le MDP), plus importants sont les fonds attendus pour l'adaptation. Une opportunité de promouvoir la synergie entre l'atténuation et l'adaptation est d'obliger les projets sous le MDP et les fonds d'adaptation à produire à la fois des bénéfices d'adaptation et des bénéfices d'atténuation.

3.2. Cadres politiques nationaux

Les politiques nationales, tant climatiques que non-climatiques, peuvent faciliter ou gêner l'intégration de l'atténuation et de l'adaptation. Aujourd'hui, il n'y a pas de cadre politique pour la synergie adaptation-atténuation dans la région bien que les acteurs au niveau national soient conscients de l'approche intégrée pour l'atténuation et l'adaptation (Encadré 6.2). Dans les pays de la COMIFAC, l'atténuation et l'adaptation sont rarement associées dans les politiques nationales bien qu'en théorie, les politiques nationales sur l'atténuation du changement climatique peuvent profiter à l'adaptation et vice-versa. Par exemple, sous le MDP, le pays hôte est finalement responsable de décider quels projets sont acceptés. Ainsi, l'approbation des projets de carbone forestier d'atténuation avec des bénéfices clairs d'adaptation peuvent diminuer la vulnérabilité au climat. De plus, les pays dans la région préparant les programmes

de réduction des émissions pour le Fonds Carbone, pourraient aussi exprimer le besoin de programmes générant des bénéfices d'adaptation. Sur le plan de l'adaptation, les stratégies nationales pourraient profiter à l'atténuation à travers les Programmes d'Action Nationaux d'Adaptation (PANA) et aux projets des fonds d'adaptation promouvant les activités forestières.

En termes de politiques non climatiques, l'amélioration des politiques nationales concernant la gouvernance, la propriété et les droits fonciers pourraient profiter à la fois à l'atténuation et à l'adaptation. Par exemple, une propriété et des droits peu clairs contribuent indirectement à la déforestation (Angelsen and Kaimowitz, 1999) et en même temps, la propriété et les droits sont déterminants pour la capacité d'adaptation (Adger, 2006).

Encadré 6.2: Discours politique sur les liens entre atténuation et adaptation dans la région du Bassin du Congo

La politique intégrée d'atténuation et d'adaptation est l'un des trois principaux discours sur le changement climatique dans le Bassin du Congo. Les acteurs dans la Région avaient déjà des arguments pour des stratégies intégrées entre des options d'adaptation et d'atténuation en termes de signification commune, idées et intérêts.

Tableau 6.1 : Principaux arguments pour l'intégration des stratégies d'adaptation et d'atténuation

Discours	Principaux acteurs	Perception
Politique intégrée d'atténuation et d'adaptation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organisations intergouvernementales 2. Groupes de défense 3. Groupes de la société civile 4. Gouvernements régionaux 5. Instituts de recherche 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beaucoup de fenêtres d'opportunités pour la synergie 2. Possibilité de concevoir l'un pour intégrer l'autre 3. Sensiblement les mêmes cadres institutionnels et légaux pour la conception et la mise en œuvre 4. Résultat politique partagé sur la réduction de la pauvreté, la conservation de la biodiversité et le développement

Source : Somorin et al., 2012

3.3. Contexte au niveau local/projet

Au niveau du projet, la synergie est basée sur le résultat de projets d'atténuation et d'adaptation où la séquestration du carbone et les activités de conservation ont le potentiel de produire des bénéfices pour l'adaptation (Encadré 6.3) et où les activités d'adaptation ont aussi le potentiel de séquestrer et de garantir la durabilité des projets de carbone forestiers (Figure 6.2). Dans les pays forestiers tropicaux, le développement de projets forestiers d'atténuation affectera plus que probablement les communautés locales dont les modes de vie dépendent des biens et des services forestiers. Ces activités d'atténuation peuvent donc avoir des impacts positifs (comme des sources diversifiées de revenus et d'activités économiques, des services accrus d'infrastructure et sociaux, une gouvernance et des institutions locales renforcées) et/ou des impacts négatifs (comme la privation de terres et des droits, la dépendance au financement extérieur) sur le développement durable de la population rurale pauvre et donc sur leur capacité à s'adapter au changement climatique (Murdiyarso *et al.*, 2005 ; Lawlord *et al.*, 2009).

Les écosystèmes forestiers en Afrique centrale ont d'énormes potentiels pour une adaptation basée sur les écosystèmes (EbA) ; et à travers l'adaptation EbA, les projets peuvent aussi directement profiter à l'atténuation du changement climatique, soit par le biais d'un accroissement des stocks de carbone forestier, soit par leur maintien (Munang *et al.*, 2013). L'EbA comprend l'aménagement durable, la conservation et la restauration des écosystèmes qui aident les peuples à s'adapter à la fois aux variations et au changement climatique actuels et futurs (Colls *et al.*, 2009).



Photo 6.3: Malgré l'arrivée de l'électricité dans les foyers, la cuisine traditionnelle se perpétue sur le feu de bois

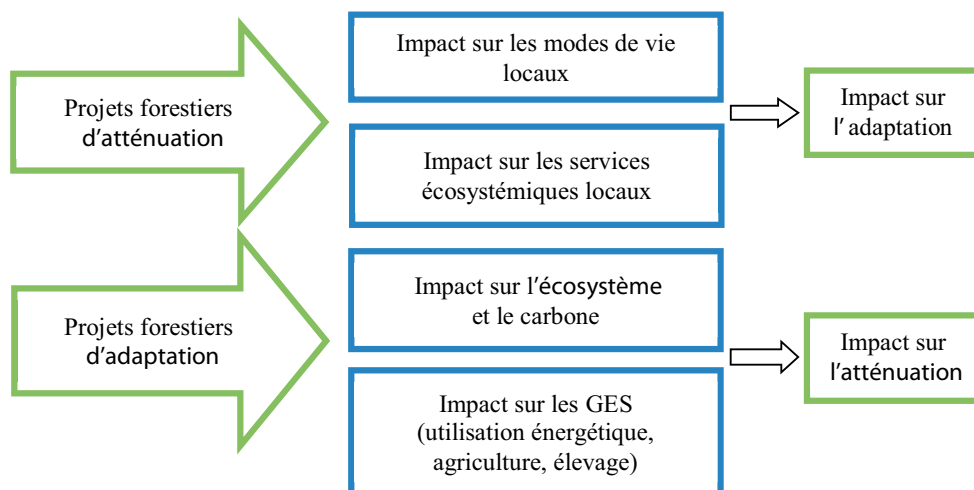


Figure 6.2: Liens entre les projets d'atténuation et d'adaptation

Encadré 6.3: Potentiels d'atténuation et d'adaptation pour des projets carbone de paiement des services écosystémiques (PSE) – Etude de cas de deux forêts communautaires au Cameroun

Les forêts communautaires, localisées dans le Nomedjoh (Est du Cameroun) et le Nkolenyeng (Sud-Est du Cameroun) font partie d'un schéma PSE facilité par le Centre pour l'Environnement et le Développement (CED). Le projet avait comme objectif de générer des crédits carbone Plan Vivo pour les marchés volontaires du carbone. Quoique non prévu, ils avaient aussi le potentiel de générer des bénéfices d'adaptation comme indiqué dans le Tableau 6.2 ci-dessous.

Les surfaces forestières rencontraient à la fois des risques de déforestation et de variation climatique. Les principales causes de la déforestation dans les zones des projets comprenaient l'abattage des forêts pour établir des champs mixtes d'agriculture de subsistance et d'agriculture commerciale. De plus, les ménages dans les zones d'intervention des projets subissaient des changements de température, la variation des pluies et des changements dans les régimes des saisons.

Le tableau ci-dessous montre comment les activités et les pratiques dans les zones d'intervention du projet furent évaluées en termes de potentiel pour améliorer la compensation des émissions de carbone (potentiel d'atténuation) et de potentiel d'adaptation au changement climatique.

Tableau 6.2: Evaluation des activités et pratiques de deux projets forestiers au Cameroun en termes de potentiels d'adaptation et d'atténuation

Activités et pratiques	Potentiel d'adaptation	Potentiel d'atténuation
Protection et régénération forestière - Zonage de la réserve forestière - Patrouille et suivi	++	++
Aménagement forestier durable - Augmentation de la couverture forestière et plantation d'enrichissement dans les anciennes et les nouvelles jachères et les champs - Réduction de l'abattage des arbres	++	++
Agriculture durable - Intensification de l'agriculture, productions combinées, nouvelles variétés culturales, engrais vert, amélioration du tillage et de la propagation du plantain - Amélioration de la production de cacao, amélioration des techniques de séchage et de stockage, introduction de variétés résistantes aux maladies et à haut rendement - Amélioration de l'agroforesterie, arbres fruitiers, arbres fixateurs d'azote, pépinières communautaires pour les agrumes et les arbres forestiers	+++	++
Génération de revenus et activités alternatives - Apiculture - Elevage - Pisciculture - Production de champignons - Amélioration de la collecte et du marketing des PFNL	+++	+
Création de connaissance et de capacités - Formation en apiculture et construction de ruches - Formation en marketing des PFNL - Formation aux pratiques de l'agriculture durable - Formation en gestion des feux - Prise de conscience des communautés et formation en protection forestière - Connaissance dans la variabilité locale du climat	+++	+++
Amélioration du processus de gouvernance et création de la capacité - Droits de propriété - Equité dans l'accès aux ressources - Equité dans le partage des bénéfices - Equité dans les procédures de décisions	++	+++
Légende: + = Peu important/pertinent ++ = Moyennement important/pertinent +++ = Hautement important/pertinent		

Source: Chia et al., 2014

4. Prérequis politiques et institutionnels pour la synergie en Afrique centrale

En Afrique centrale, il est prudent pour les pays de la région de réaliser des travaux préliminaires afin de tirer parti des opportunités de l'adaptation et de l'atténuation intégrées qui vont émerger dans un futur proche. Dans ce contexte, il y a lieu de mettre en place les fondements institutionnels, les mécanismes financiers et les programmes et projets qui délivreront simultanément des résultats positifs pour l'adaptation et l'atténuation. Ceci devrait prendre

en considération la nature multisectorielle et multi niveaux des stratégies d'adaptation et d'atténuation. Cependant, analyser les moyens pour réaliser des résultats de synergie à un niveau politique relève d'une prise de décisions sous des degrés d'incertitude élevés (Polasky *et al.*, 2011). Kengoum *et al.* (2015) mettent en exergue les facteurs qui nourrissent cette incertitude complexe (Figure 6.3).

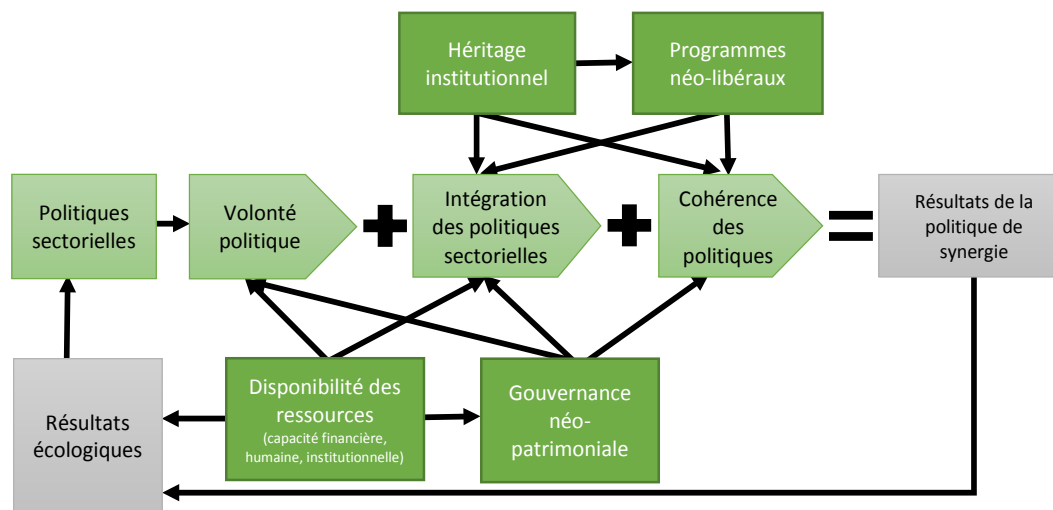


Figure 6.3: Relations de dépendance entre les facteurs et conditions fondamentaux dans le processus politique pour atteindre des résultats dans la politique de synergie

Source: Kengoum *et al.*, 2015

Selon les relations de dépendance mises en évidence dans la Figure 6.3, les résultats écologiques sont, ou ont besoin d'être mis en œuvre à travers des politiques sectorielles spécifiques au sein du cadre général de développement. Analyser l'intégration et la cohérence de ces politiques sectorielles et le rôle du politique contribue à surmonter les problèmes

structurels et conjoncturels. Il est d'une importance capitale de (i) déterminer les facteurs qui entravent ou favorisent l'atteinte de résultats de politiques de synergie et (ii) concevoir des trajectoires appropriées pour surmonter les problèmes potentiels (Kengoum *et al.*, 2015).

4.1. Dépasser le secteur de la forêt pour la synergie adaptation – atténuation

De nombreux secteurs de la politique sont impliqués dès lors que l'atténuation et l'adaptation sont concernées. Deux perspectives peuvent être utilisées pour identifier ces secteurs politiques. La première consiste à prendre en compte tous les secteurs qui contribuent à l'émission de GES et qui sont vulnérables au changement climatique. La seconde est de considérer tous les secteurs qui couvrent les activités qui contribuent à réduire la vulnérabilité au

changement climatique. Concevoir des politiques d'atténuation et d'adaptation intégrée requiert la coordination des actions et la redistribution équitable et efficiente des ressources parmi les acteurs du niveau national jusqu'au niveau local (Howden *et al.*, 2007; Challinor *et al.*, 2007). Cependant, des finances suffisantes et un environnement sans biais cognitifs attachés à des raisons structurelles ou conjoncturelles sont requis pour couvrir tous les



Photo 6.4: Au Burundi la forêt naturelle, les plantations forestières et l'agriculture, se côtoient fréquemment

aspects de la politique (Moser, 2012). Réaliser une synergie entre l'atténuation et l'adaptation demande aussi l'intégration et la cohérence des politiques climatiques avec les politiques de développement, avant même les tentatives de délivrer des résultats politiques sur l'adaptation et l'atténuation intégrées. Pour ce qui est de la coordination, les pays du Bassin du Congo affichent trois schémas de modèles politico-administratifs. Premièrement, l'expertise technique ressort principalement des responsabilités d'entités gouvernementales spécialisées. Deuxièmement, le secteur public reste à part du secteur privé, avec une collaboration faible ou inexistante. Troisièmement, chaque aspect de la machinerie administrative est exclusivement associé à une entité spécifique du gouvernement ou de l'administration. De surcroît, des mandats redondants et la multiplicité des acteurs à travers les secteurs et les échelles d'intervention entravent la coordination (Dkamela, 2011). Les pays du Bassin du Congo sont en train de mettre en œuvre des stratégies afin de devenir des économies émergentes dans le court, moyen et long termes. Le Cameroun vise 2035 ; la RDC 2030 ; le Burundi, la RCA, le Tchad, la République du Congo, le Gabon et Sao Tomé & Príncipe 2025 ; la Guinée Equatoriale et le Rwanda 2020. Les documents stratégiques relatifs à ces visions de développement s'appuient sur des secteurs de développement spécifiques tels que l'agriculture, l'exploitation forestière, le développement du secteur minier, les infrastructures routières et l'énergie hydraulique pour aider la promotion du développement de l'économie nationale et du marché. Ils visent

principalement des espaces localisés dans les zones forestières, principalement le domaine forestier non permanent, et pourraient se traduire en changement de l'utilisation des terres et davantage d'émissions de GES s'ils ne sont pas gérés durablement. Ainsi, les paradigmes de développement en cours exercent une pression sur la forêt, et requièrent des réformes politiques significatives y compris l'utilisation d'incitants comme les mécanismes REDD+.

L'absence d'un cadre politique cohérent sur le changement climatique dans les pays du Bassin du Congo explique la difficulté à les intégrer au sein des cadres de développement existants de ces pays comme prérequis d'une synergie entre l'adaptation et l'atténuation au sein des politiques climatiques elles-mêmes (Kengoum *et al.*, 2015). Cependant, en RDC, les questions climatiques ont été intégrées dans les programmes agricoles nationaux (PNIA). Et un autre document élaboré à la fois par le comité REDD+ et le Ministère de l'Agriculture offre une guidance sur comment réduire l'impact de l'agriculture sur les surfaces boisées. La logique qui sous-tend l'intégration des questions climatiques dans les politiques agricoles varie d'un pays à l'autre. Alors qu'il est un sujet récent dans de nombreux pays de la région et principalement lié aux négociations en cours sur le changement climatique, c'est un ancien sujet dans d'autres pays comme au Cameroun où les politiques pour une agriculture résistante au climat commencèrent dès les années soixante-dix, bien que dans la région forestière non-humide du pays.

4.2. Rôle des acteurs dans la planification et la promotion de la synergie adaptation-atténuation en Afrique centrale

Les groupes d'acteurs dans les différents pays de l'Afrique centrale ont des rôles particuliers à jouer afin de répondre à l'initiative politique globale qui est nécessaire pour une meilleure anticipation, planification et coordination des intentions de synergies. Les acteurs étatiques sont responsables du développement de l'agenda du gouvernement sur la réponse au changement climatique. Ils doivent assurer l'intégration de l'atténuation et l'adaptation dans les politiques nationales. Ils doivent diriger et accroître la mobilisation de moyens financiers pour appuyer les initiatives d'atténuation et d'adaptation intégrées. De plus, les gouvernements de la région, à travers la COMIFAC, doivent continuer d'influencer le cours des actions à un niveau international en s'assurant que les négociations soulignent l'importance et les approches pragmatiques pour intégrer l'adaptation

et l'atténuation. Les partenaires de développement, les ONG nationales et internationales, et les institutions de recherche sont activement impliqués dans l'aménagement forestier dans la région forestière du Bassin du Congo. Ils fournissent un appui dans le processus politique en relation avec la recherche, le renforcement des capacités, la sensibilisation et l'assistance financière. Étant donné la relation complexe émergente entre la forêt et le changement climatique, ces institutions devront multiplier leurs efforts. Leurs interventions et leurs appuis pourraient comprendre : une prise de conscience et la mobilisation des efforts au sein du cercle des décisions et d'élaboration des politiques, ainsi que la promotion du dialogue interministériel, la collaboration et le réseautage.



Photo 6.5: La vente de charbon de bois constitue un revenu complémentaire à l'agriculture (Rwanda)

Les activités forestières relatives à l'adaptation et l'atténuation prennent place au niveau local avec les communautés comme acteurs dominants. Les communautés devraient se voir offrir l'opportunité de

participer à la conception et à la mise en œuvre des projets. Ceci permet l'identification d'activités de projet qui minimisent les compromis et améliorent les résultats positifs pour l'adaptation et l'atténuation.

5. Opportunités émergentes pour l'Afrique centrale de promouvoir les synergies entre l'atténuation et l'adaptation au sein de la CCNUCC

En dépit du fait que les propositions actuellement soumises à l'OSCST (Organe Subsidaire de Conseil Scientifique et Technologique) manquent d'expérience directe, claire et suffisante en termes de synergie entre l'atténuation et l'adaptation, et avec la poursuite des négociations, il est important de souligner les points d'entrée possibles pour la synergie entre l'atténuation et l'adaptation, qui est liée au contexte en Afrique centrale. Ils comprennent

les bénéfices non-carbone (NCB) et les mécanismes mixtes d'adaptation et d'atténuation pour la gestion intégrale et durable de la forêt (JMA). Ces deux options se placent dans le contexte de la synergie car à la fois l'atténuation et l'adaptation sont planifiées et prises en considération au niveau de la conception, formulation et de la mise en œuvre des projets et des programmes.

5.1. Bénéfices différents du carbone (NCB)

Les décisions préliminaires à considérer et à adopter par la COP21 sur les NCB ont été recommandées par l'OSCST 42. Avant les recommandations, les propositions soumises par les parties et les observateurs, y compris le groupe des pays de la COMIFAC, soulignaient la provision de NCB comme importante pour la durabilité des initiatives REDD+. Les NCB font référence aux bénéfices qui sont considérés comme faisant partie des résultats des activités de la REDD+ et des coûts associés et qui sont spécifiquement inclus dans les phases de conception et de

mise en œuvre de la REDD+. L'adaptation au changement climatique est mise en évidence comme l'une des catégories de NCB (Katerere *et al.*, 2015). Ceci implique que les programmes et les projets REDD+ définissant l'adaptation au changement climatique comme un NCB doivent préparer des plans pour l'adaptation des communautés et des écosystèmes forestiers aux risques climatiques. Le groupe de pays de la COMIFAC dans l'une de leurs soumissions proposa le besoin de développer une approche composite des paiements REDD+ qui intègre les paiements



Photo 6.6: Le Tali est une essence largement exploitée dans les forêts d'Afrique centrale

NCB (Elias *et al.*, 2014). Dans l'approche composite, les NCB (par ex. adaptation) sont complètement intégrés dans la conceptualisation, la conception et la mise en œuvre de la REDD+ plutôt que traités comme des co-bénéfices. C'est une approche du bas vers le haut et qui s'inscrit aussi dans les obligations de la CCNUCC. Les paiements additionnels pour les NCB sont prévus pour faire partie des résultats combinés qui englobent les réductions des émissions de carbone. Le MNV et le paiement sur la base des performances ne sont donc pas seulement considérés pour le carbone mais aussi pour les résultats et les objectifs non-carbone. Les objectifs carbone

et non-carbone sont traités sur un pied d'égalité dans les trois étapes du processus de la REDD+. Cette méthode de rémunération et d'incitation aux NCB pourrait tirer parti des mécanismes financiers au sein de la CCNUCC tels que le Fonds vert pour le Climat (Katerere *et al.*, 2015). Il serait à noter que l'identification et la définition de NCB pourraient être spécifiques à la région et au pays et qu'avec les lacunes relatives aux méthodologies, les pays de la COMIFAC doivent se préparer rapidement à diriger le développement et la proposition de lignes directrices méthodologiques simples ainsi que des indicateurs des NCB prioritaires spécifiques à leur contexte.

5.2. Mécanismes mixtes d'atténuation et d'adaptation pour l'aménagement durable et intégral de la forêt (JMA)

C'est une approche qui est en train d'être proposée comme alternative (non basée sur le marché) à la REDD+. Cette approche s'oppose au cadre actuel de la CCNUCC qui traite l'atténuation et l'adaptation séparément et sans considérer pleinement les possibilités d'appréhender la gestion intégrale des forêts comme des systèmes de vie de façon à générer des conditions durables pour le climat, les peuples et les forêts (Encadré 6.4). Le promoteur de cette approche (l'État plurinational de Bolivie) prétend que l'atténuation et l'adaptation conjointes peut contribuer à améliorer l'évolution des pays en développement vers des voies de développement social et rural respectueux de l'environnement par le renforcement

de l'utilisation des ressources locales, des pratiques de gestion des forêts et des autres types d'utilisation des terres dans les paysages forestiers (comme la gestion des forêts communautaires, l'agroforesterie, les jardins forestiers, les petits reboisement, etc.) sans compromettre le rôle de la forêt dans la provision des services écosystémiques multiples et l'appui aux modes de vie des communautés qui dépendent des forêts. Cette approche est attrayante pour l'Afrique centrale parce qu'elle s'appuie sur les principes de la gestion forestière durable, qui est un système de gestion déjà pratiqué dans les forêts et les systèmes d'utilisation des terres en Afrique centrale.

Encadré 6.4: Regarder l'atténuation et l'adaptation comme inséparables à travers le JMA

Le JMA (mécanisme mixte d'adaptation et d'atténuation) est mis en avant pour les raisons suivantes. Premièrement, il renforcera la gouvernance forestière; améliorera la gestion intégrée de la forêt et de la biodiversité, l'usage durable des forêts, les systèmes de production agricole et d'élevage. Deuxièmement, il va créer des conditions qui minimisent le risque et la vulnérabilité des écosystèmes et des peuples, qui permettent de tirer parti des opportunités avec des implications pour l'adaptation. Troisièmement, l'approche JMA est orientée pour maintenir les fonctions environnementales des forêts qui englobent la réduction des émissions de carbone, ce qui ne peut être généré de façon durable qu'à travers l'adaptation des forêts et des peuples vivant dans les forêts. Sous ce jour, l'atténuation et l'adaptation sont regardées comme des efforts intégrés résultant de l'aménagement intégral et durable des forêts.

Source: UNFCCC, 2015a

Le cadre de mise en œuvre du JMA prend en compte les étapes suivantes. Tout d'abord, il considère la préparation de propositions nationales qui englobent le rôle potentiel des forêts pour l'atténuation et la vulnérabilité au niveau du secteur forestier et au niveau territorial. Et l'identification des besoins financiers pour appréhender les options d'adaptation dans le processus de JMA. Deuxièmement, il propose des accords financiers *ex ante*, qui sont des accords entre la CCNUCC à travers le Fonds vert

pour le Climat, et une entité nationale en charge d'opérationnaliser le JMA à propos des objectifs à atteindre à la fois pour l'adaptation et l'atténuation. Troisièmement, au niveau de la mise en œuvre correcte, le JMA propose le financement d'activités multiples liées à la gestion forestière durable. Enfin, le cadre de mise en œuvre du JMA propose le suivi et l'évaluation de l'atténuation et de l'adaptation, dans lequel le suivi de l'atténuation est entrepris en considérant les approximations pour estimer les



Photo 6.7: L'ordre règne dans le parc à grumes de la société SIFCO au Congo

tonnes de carbone absorbées ou émises par la forêt, tandis que l'adaptation est suivie en utilisant les méthodes existantes sur l'évaluation de la vulnérabilité (UNFCCC, 2015b).

Conceptuellement, le JMA apparaît séduisant, bien que des efforts supplémentaires soient nécessaires

pour développer un cadre technique clair et détaillé en relation avec l'opérationnalisation, la coordination et le financement à des niveaux nationaux et internationaux. Le progrès dans ces aspects doit considérer les stratégies nationales, les priorités et les capacités des pays en développement.

6. Défis et voies d'avenir pour la synergie entre l'adaptation et l'atténuation en Afrique centrale

Il y a un intérêt croissant de la communauté internationale à appuyer les efforts conjoints d'atténuation et d'adaptation. Il y a aussi un nombre croissant d'acteurs, encourageant et prônant les efforts d'atténuation et d'adaptation dans le Bassin du Congo dans différents contextes. Par exemple, la Banque africaine de Développement (BAD), la COMIFAC via le PACEBCo, les institutions de recherche comme le CIFOR via les projets COBAM et GCS, et d'autres projets comme le Réseau africain des Forêts modèles (RAFM), UEFA en RDC, le ROSE au Cameroun, l'ARECO au Rwanda, et INDEFOR en Guinée équatoriale. Cependant,

en dépit d'activités initiatrices qui promeuvent les résultats d'atténuation et d'adaptation conjointes, ces projets ne s'inscrivent pas toujours dans des cadres clairs de politiques climatiques nationales.

Les défis pour intégrer les politiques d'atténuation et d'adaptation dans le Bassin du Congo sont principalement liés à la gouvernance. Le climat et les problèmes forestiers sont trans-sectoriels et ceci contraste avec l'approche sectorielle en cours concernant leur gouvernance, comme observé au Cameroun et en RDC. Dans l'état actuel de fragmentation de la gouvernance, intégrer l'atténuation et l'adaptation pose



© Frédéric Sepulchre

Photo 6.8: Les parasoliers adultes parsèment la route forestière entre Enyelé et Bétou au Congo

plus de défis et demande davantage de ressources, que simplement mettre les deux mécanismes en œuvre séparément (Kengoum *et al.*, 2015). Cependant, sur le plan des ressources, l'atténuation et l'adaptation sont principalement financées par des organisations internationales avec une contribution très faible des gouvernements locaux et il semble qu'il n'y ait pas de financement existant pour produire des résultats politiques sur l'atténuation et l'adaptation conjointe en dépit du besoin urgent.

Les pays du Bassin du Congo sont encore en train de vivre une gouvernance néo-patrimoniale qui gêne la coordination à travers les ministères sectoriels, ce qui pourrait être un écueil dans la réponse au changement climatique. De plus, la lourdeur des procédures gouvernementales observée dans certains pays du Bassin du Congo pourrait aussi être un défi pour progresser dans la réponse climatique, par ex. au Cameroun et en RDC (Kengoum *et al.*, 2015).

En tant qu'opportunité pour les pays de la COMIFAC, les options pour explorer la synergie entre l'adaptation et l'atténuation doivent être explicitement introduites dans les mécanismes présents et futurs du changement climatique basés ou non sur le marché. Sous ce jour, les négociations courantes et celles post 2015 doivent continuellement fournir un espace de dialogue sur comment les meilleures options de synergie peuvent être poursuivies. Il convient d'accélérer les efforts en termes de gouvernance, méthodologies et de problèmes techniques, afin de combler les lacunes dues au manque d'expérience dans des activités intégrées d'atténuation et d'adaptation. Trouver des fonds et financer des initiatives holistiques pilotes dans la région peut s'avérer utile à tenter et peut générer des leçons.

CONCLUSIONS

Les forêts d'Afrique centrale : ressources abondantes, avenir incertain

Une ressource abondante et diversifiée pour contribuer à la régulation du climat mondial

L'Afrique centrale est couverte par plus de 2 870 000 km² de forêts comprenant à la fois des forêts sèches et humides. Les forêts denses humides s'étendent du Golfe de Guinée jusqu'à la vallée du Rift sur plus de 1 700 000 km². Ces forêts ne sont pas homogènes et comprennent divers types forestiers confrontés à des problèmes spécifiques en termes d'exploitation et de conservation. Les plus diversifiées et celles qui présentent les niveaux d'endémisme les plus élevés sont les forêts qui bordent le Golfe de Guinée et celles du Rift Albertin.

Les forêts de l'Afrique sub-saharienne abritent 10 à 20 % du carbone végétal mondial et environ 46 milliards de tonnes métriques de carbone sont stockées dans les pays du Bassin du Congo (Nasi *et al.*, in de Wasseige *et al.* (2009)). Les forêts denses sempervirentes de basse altitude représentent 60 % du carbone stocké dans la région tout en couvrant seulement 35 % de la surface. Des études sur la biomasse à l'échelle du Bassin du Congo sont en cours (Shapiro and Saatchi, 2014) et préciseront des analyses antérieures réalisées à l'échelle mondiale (Saatchi *et al.*, 2011).

Les forêts comme système d'aide à la vie en Afrique centrale

Les forêts offrent de nombreuses fonctions au-delà du stockage et de la capture du carbone, ou de la production de bois, habituellement reprises sous le terme de « services écosystémiques » tels que les produits forestiers non ligneux (PFNL), le contrôle de l'érosion du sol et de la sédimentation, la régulation de la qualité de l'eau et du climat local, etc. Ces services sont d'une importance capitale en regard de la subsistance de certaines populations et de leurs modes de vie, et ils apportent des sources de revenus divers au niveau local comme au niveau national.

Les forêts d'Afrique centrale apportent des moyens de subsistance à 60 millions de personnes qui vivent, soit à l'intérieur de ces forêts, soit dans leurs environs immédiats. Elles assurent aussi des fonctions sociales et culturelles essentielles aux populations locales et indigènes,

et contribuent à satisfaire les besoins alimentaires de 40 millions de personnes qui vivent dans les espaces urbains à proximité de ces espaces forestiers (Nasi *et al.*, 2011 ; de Wasseige *et al.*, 2014). Dans le cas du Cameroun par exemple, la viande de brousse représente une valeur économique estimée à 80 milliards de Francs CFA (environ 122 millions d'euros) par année (Lescuyer, 2014). En plus de leur contribution à la vie des communautés, les forêts d'Afrique centrale contribuent substantiellement aux économies nationales de la sous-région. Au Gabon par exemple, le secteur forestier est le second secteur par ordre d'importance en termes de pourvoyeur d'emplois après l'Etat. En République du Congo, ce secteur est souvent la seule source d'emplois salariés dans les zones rurales reculées. Au Cameroun, on estime que le secteur forestier contribue à hauteur de 4 % au produit national brut (Eba'a Atyi *et al.*, 2014).

Menaces sur les forêts d'Afrique centrale

Les forêts de la région ont jusqu'alors été relativement bien protégées grâce à la faible pression démographique renforcée par l'exode rural, l'accessibilité réduite, l'absence d'infrastructures de transport et de communication, et un climat des affaires très peu favorable aux investissements à long terme (Burgess *et al.*, 2006 ; Megevand *et al.*, 2013). Les études disponibles indiquent un taux de déforestation annuel net de 0,14 % pour les forêts denses humides d'Afrique centrale entre 2000 et 2010 et un taux plus élevé pour les forêts sèches pour la même période (environ 0,40 %).

Cependant, les programmes politiques actuels définis par les Etats d'Afrique centrale visent l'émergence économique d'ici 2025 ou 2035. Ces programmes reposent sur la poursuite de l'exploitation des ressources naturelles (bois, pétrole et minerais), la production agricole pour les besoins domestiques et les exportations, ainsi que le renforcement des

activités industrielles de transformation. La stabilité politique et sociale prévalant au cours de la dernière décennie dans certains pays de la sous-région a permis le développement de l'infrastructure routière à grande échelle, l'approvisionnement électrique dans les principales zones urbaines et municipalités, et une amélioration du climat des affaires. Ajoutée à ce contexte, l'augmentation du prix des minerais et des produits agricoles sur le marché international au début des années 2000 a agi comme incitant à l'investissement.

À présent, l'agriculture à petite échelle et dans une moindre mesure la récolte de bois de chauffe sont considérées comme les principales causes de la déforestation dans le Bassin du Congo (Defourny *et al.*, 2011) mais des projets d'agro-industries de grande capacité se développent dans divers pays et pourraient devenir de plus en plus importants dans le futur.

Une menace émergente sur les forêts d'Afrique centrale réside dans l'exploitation minière. De nombreux permis d'exploration minière, octroyés par les pays d'Afrique centrale, concernent de larges surfaces de forêts denses déjà allouées aux compagnies d'exploitation forestière, aux communautés locales ou simplement réservées à des fins de conservation, favorisant l'émergence de conflits pour l'utilisation des terres et des ressources.

Par ailleurs, l'exploitation forestière représente toujours une cause notable de déforestation et de dégradation des forêts dans le Bassin du Congo. Actuellement, 49 millions d'hectares de forêts ont été alloués comme concessions forestières dans la région. Si ces concessions devaient être gérées durablement, elles ne sont pas menacées de déforestation

mais restent exposées à la dégradation forestière. Cependant, on doit admettre que la majorité de l'exploitation forestière dans les pays du Bassin du Congo n'est pas conduite selon les règles de gestion durable à ce jour. Dans l'ensemble de la région, 40 % des concessions sont sous plans d'aménagement mais il est nécessaire d'atteindre 100 % dans le moyen terme.

En flagrante contradiction avec la tendance en faveur de la gestion forestière durable, l'ensemble des forêts est, à des degrés divers, sujet à l'exploitation illégale qui, selon le pays, peut causer une dégradation voire même une déforestation de grande ampleur comparativement à l'exploitation légale.

Vulnérabilité des communautés humaines et des écosystèmes forestiers au changement climatique

Les secteurs socio-économiques et les modes de vie dans les pays d'Afrique centrale et leurs populations présentent des capacités différentes à réagir aux stimuli climatiques. De plus, ils sont fortement dépendants des écosystèmes environnants qui contribuent dans une proportion significative au produit intérieur brut des pays. Ceci implique que, en fonction de la santé et de la capacité de résilience des écosystèmes, le changement climatique pourrait menacer tout plan de développement économique durable national. De plus, le changement climatique peut contraindre les pays de la région à réaliser des objectifs globaux tels que les Objectifs de Développement durable (ODD).

Des projections sur le 21^e siècle montrent que les températures, l'évapotranspiration et les précipitations pourraient augmenter légèrement sur l'ensemble de la région, mais également que différentes parties de l'Afrique centrale pourraient réagir autrement. Des études sur le climat et l'hydrologie ont montré que, depuis les années 70 et 80, les débits des rivières équatoriales ne présentent pas de tendance claire tandis que ceux des rivières tropicales semblent diminuer et les débits des rivières Sahéliennes ont tendance à augmenter. Les impacts du changement climatique seront également très différents selon l'ampleur des activités humaines, notamment la déforestation et la dégradation des écosystèmes ou la pollution.

Les régimes des eaux et des températures conditionnent la production agricole. Ceci est particulièrement important en Afrique où l'agriculture de subsistance prédomine et où les petits producteurs produisent environ 80 % de la nourriture consommée (AGRA, 2014). Ainsi, les récoltes sont essentiellement pluviales, et les technologies de contrôle

de la température (comme les serres) ne sont pas encore largement appliquées. La variabilité projetée à travers les zones indique que les zones Sahéliennes du Nord seront moins sujettes aux sécheresses avec des augmentations de la production agricole. Cependant, dans la région centrale, l'augmentation d'eau pourrait être telle qu'elle pourrait provoquer des inondations dommageables pour les cultures. Dans les zones du Sud, les productions agricoles déclineraient à partir de la moitié du siècle suite à des changements d'équilibre de l'évapotranspiration, étant aussi sujettes à des sécheresses (CSC, 2013). De plus, les changements d'humidité influenceront la disponibilité des nutriments, et les impacts des maladies et des ravageurs (de Wasseige *et al.*, 2014).

Un autre secteur important qui pourrait être affecté est la santé. Il est reconnu que le changement climatique est un multiplicateur direct (accès insuffisant à de l'eau propre et à des conditions sanitaires améliorées, insécurité alimentaire) et indirect (accès limité aux soins de santé et à l'éducation) de la vulnérabilité existante de la santé (IPCC, 2014). Des schémas de température et de précipitation changeants auront des impacts sur la santé dus à la malnutrition, aux maladies diarrhéiques, à la malaria, et à d'autres maladies transmissibles par des vecteurs. Les problèmes de malnutrition pourraient être abordés dans la partie Nord de la région par le biais de l'augmentation de la production agricole, mais les maladies diarrhéiques, le paludisme et d'autres maladies transmissibles par l'eau pourraient affecter davantage de personnes à travers la région à cause de l'augmentation des températures et des inondations. La santé est particulièrement vulnérable dans un contexte de systèmes de soins de santé faibles combinés à la mauvaise gouvernance et au manque d'infrastructure.

Réponses politiques et d'aménagement aux menaces

L'importance des forêts tropicales du Bassin du Congo a progressivement donné à ces écosystèmes la valeur d'un bien commun mondial et de nombreux accords multilatéraux abordent aujourd'hui la gestion

et la conservation de ces écosystèmes en partenariat avec les Etats de la région.

Tous les pays de la sous-région d'Afrique centrale font partie de la CCNUCC, ce qui souligne leur intérêt à fournir des réponses politiques pour combattre le changement climatique. Leurs efforts sont présentés à travers les Communications Nationales (CN) de la CCNUCC et les initiatives du Programme d'Action National d'Adaptation (PANA). Les CN mettent en évidence les secteurs vulnérables et les mesures potentielles pour faciliter l'adaptation au changement climatique. L'initiative NAPA spécialement conçue pour les Pays les Moins Développés (PMD) est pertinente pour certains pays d'Afrique centrale, où des tentatives ont été menées afin d'identifier des zones et des activités prioritaires en réponse à des besoins urgents associés à l'adaptation au changement climatique.

Au niveau régional, la COMIFAC, avec l'appui d'organisations gouvernementales et non-gouvernementales nationales et internationales et des institutions de recherche, tente de pousser plus avant l'agenda de l'adaptation et des réponses au changement climatique en général.

Dans son récent plan décennal de convergence (2015-2025), la lutte contre le changement climatique est comprise comme une des zones d'intervention prioritaires.

Presque tous les pays de la COMIFAC ont soumis leurs premiers et leurs seconds CN et PANA, avec le Gabon comme premier pays à compléter la *Intended Nationally Determined Contribution* (INDC) intégrant un chapitre sur l'adaptation. Les PMD éligibles au sein de la COMIFAC ont soumis un total d'environ 70 projets transversaux en termes de secteurs et de niveaux. Un nombre limité de ces projets (9 %) prend explicitement en considération l'adaptation pour la forêt et le rôle de la forêt dans l'adaptation des communautés locales (UNFCCC, 2015d). Ceci pourrait être dû au fait qu'au moment de développer les projets prioritaires PANA, les pays de la COMIFAC avaient des informations et des connaissances limitées sur la vulnérabilité des écosystèmes forestiers au changement climatique et sur le rôle des forêts dans l'adaptation.

Contribution à l'atténuation du changement climatique

L'atténuation du changement climatique a été abordée à travers trois principaux ensembles de politiques et de mesures en Afrique centrale. Ils comprennent l'adoption de techniques d'aménagement forestier durable, l'amélioration de la gouvernance forestière et l'engagement actuel dans le processus REDD+.

La gestion forestière durable (GFD) pourrait, à première vue, ne pas avoir le même potentiel d'atténuation du changement climatique que les projets classiques REDD+ (car la GFD comprend toujours l'extraction du bois, la construction de routes forestières, etc.) et est souvent marginalisée en Afrique centrale. Cependant, des analyses préalables conduites dans certains pays suggèrent que la mise en œuvre de la GFD sur plus de 20 millions d'hectares de concessions forestières présente un potentiel de réduction des émissions de plus de 35 millions téq.CO₂ sur une période de 25 ans. De surcroît, la pratique de l'exploitation forestière à impacts réduits (EFIR) pourrait réduire les émissions brutes de carbone provenant des concessions forestières de 1,3 million téq.CO₂/an.

Le développement récent de la gouvernance forestière devrait aussi contribuer à l'atténuation du changement climatique bien qu'il n'existe

aucune tentative pour quantifier de telles contributions. La lutte contre la déforestation illégale – comme définie dans les lois propres des pays – peut être regardée comme une composante clé de toute stratégie de réduction des émissions de carbone dans le secteur forestier. Ainsi, les pays d'Afrique centrale qui se sont engagés dans l'amélioration de la gouvernance forestière se sont mis dans une dynamique positive de réduction des émissions de carbone provenant du secteur forestier. Cependant, les difficultés à contrôler le secteur forestier informel constitue encore un grand défi pour tous les pays.

Les forêts du Bassin du Congo constituent la seconde plus grande surface de forêt dense au niveau mondial, et de là représentent potentiellement une « zone d'intervention privilégiée » pour la mise en œuvre de la REDD+. Bien que les pays d'Afrique centrale soient à différents stades de la mise en œuvre du processus REDD+, à peu près tous se retrouvent coincés dans la première phase (phase de préparation) comme décrit au chapitre 5 ci-avant. Le pays le plus avancé est certainement la RDC qui se situe entre la fin de la phase 1 (préparation) et le début de la phase 2 (investissement) et qui a mis en place un certain nombre de projets de démonstration.

Défis en cours

Les obstacles qui ont entravé la mise en œuvre efficace et efficiente des politiques climatiques en Afrique centrale sont principalement liés à l'économie politique sous-jacente de la déforestation et de la dégradation forestière dans un contexte souvent de faible gouvernance (forestière),

de défis en matière de coordination multi-niveaux et multisectorielle, et des objectifs de développement national en compétition (Martius, 2015). Néanmoins, les problèmes d'échelle, de mesures, de notification et de vérification (MNV), et de garanties sociales sont aussi pertinents.

Support international

Si le monde est décidé à réduire les émissions terrestres, des efforts sont requis pour supporter cet objectif qui vont bien au-delà des efforts actuels et qui sont bien plus englobants que concentrés sur les politiques climatiques. Au niveau global, les discours sur la REDD+ mettent l'accent sur la séquestration du carbone et sur l'évitement des émissions provenant des changements d'utilisation des terres comme le bénéfice principal, alors que les contributions des forêts aux modes de vie, à la biodiversité, à l'amélioration institutionnelle, et les autres services écosystémiques sont externalisés comme des bénéfices connexes. Cette emphase s'inverse au niveau local. Pour les acteurs locaux – petits propriétaires, communautés et décideurs – les principaux bénéfices attendus de la REDD+ sont souvent des revenus monétaires, ou d'autres bénéfices pour la vie courante, de meilleurs services et infrastructures, ou une amélioration sensible des indicateurs de développement. Des attentes

divergentes sont déterminées par les relations de pouvoir et ont ralenti le rythme de progression des négociations et de la mise en œuvre de la REDD+. Ceci constitue un argument puissant permettant de souligner que la réduction de la pauvreté et les objectifs de développement durable priment sur les objectifs climatiques si l'on veut que la REDD+ soit mise en œuvre avec des attentes de succès raisonnables.

Un des défis les plus importants auxquels doivent faire face les pays d'Afrique centrale est de répondre à leurs objectifs de développement, tout en tenant compte des contraintes des changements climatiques et de leurs engagements relatifs à l'environnement mondial. Ceci ne sera effectif que si ces pays ont accès à des technologies propres et efficaces en termes d'émissions de carbone.

Support financier nécessaire

L'adaptation au changement climatique constitue une charge financière pour les pays de la région de l'Afrique centrale (Somorin *et al.*, 2012). Il est important de noter que, globalement, il est difficile de savoir si des fonds suffisants seront disponibles pour satisfaire les besoins d'adaptation des pays en développement qui pourraient s'élever à plus de 50 milliards \$ par année après 2020 (Smith *et al.*, 2011). Les pays de la COMIFAC ont eu accès et ont bénéficié différemment des fonds

d'adaptation sous le cadre de la CCNUCC (chapitre 4). De nombreuses opportunités sont encore disponibles, fortement dépendantes des capacités des pays à proposer des projets d'adaptation. À côté des sources de financement de la CCNUCC, d'autres options politiques et de financement pertinentes pour les pays d'Afrique centrale comprennent l'assistance bilatérale et multilatérale au travers des banques de développement et l'assistance de développement outre-mer.

Coordination nationale et régionale

Le principal défi pour les pays de la COMIFAC consiste à développer des stratégies d'adaptation au changement climatique pour des systèmes forestiers transfrontaliers, sans mettre en péril l'intégrité de ces forêts afin d'assurer la provision continue des biens et des services écosystémiques critiques pour la vie des communautés locales, le développement national et la croissance économique de la région. Des progrès ont été accomplis en matière de coordination régionale des initiatives sur l'atténuation, et en particulier la REDD+ pour laquelle la COMIFAC a établi un

mécanisme de consultation pour les négociateurs à la CCNUCC des pays membres. En outre, la COMIFAC met en œuvre des projets régionaux axés sur le renforcement des capacités REDD+.

Au niveau national de chaque pays, les processus politiques et institutionnels restent caractérisés par une coordination limitée, des liens institutionnels faibles et un manque de cohérence entre les politiques sectorielles (Kengoum, 2013 ; Dkamela, 2011).

Intégration du changement climatique dans les politiques de développement

Dans le contexte de la région, le défi posé par l'adaptation dans la politique sur le changement climatique pourrait être plus simple à surmonter étant donné les liens étroits entre la vulnérabilité au climat, la pauvreté et les stratégies de développement. Le développement et la réduction de la pauvreté sont des secteurs prioritaires pour les pays de l'espace COMIFAC. Ainsi, ceci devrait être utilisé comme une opportunité pour l'adaptation, en intégrant les stratégies d'adaptation dans les plans actuels de développement et dans les stratégies de réduction de la pauvreté (Sonwa *et al.*, 2012b).

En revanche, la REDD+ restera une option viable pour les pays s'ils parviennent à faire trois choses : (i) intégrer la REDD+ dans le contexte plus large des politiques de développement, (ii) développer d'autres mécanismes non basés sur le marché qui réduisent la pression sur les forêts et les ressources forestières, et (iii) s'engager dans une vaste réforme politique qui tienne compte des défis climatiques dans tous les secteurs.

Actuellement, on ne dispose pas d'une connaissance suffisante sur les schémas régionaux du changement climatique, on ne connaît pas les schémas qualitatifs, quantitatifs et spatio-temporels de l'occurrence du risque ni les possibilités claires d'adaptation. Il y a un réel besoin d'améliorer la génération et la diffusion d'information à travers une amélioration de l'infrastructure d'information sur le changement climatique,

par exemple, grâce à des stations et des technologies météorologiques, la centralisation de l'information, ainsi que des services de diffusion et de partage de l'information. Il est nécessaire d'évoluer d'une analyse transcontinentale vers une analyse sous régionale et nationale, dès lors que les dispositifs écologiques et socio-économiques varient fortement selon les pays.

Manques de capacité

Il est nécessaire de créer des capacités et de renforcer les réseaux institutionnels tant au niveau des compétences scientifiques et techniques qu'en matière d'élaboration des politiques, au niveau de la mise en œuvre à la fois des stratégies d'adaptation et d'atténuation. Les systèmes de mesures, notification et vérification de la REDD+ (MNV)

doivent être conçus en fonction des caractéristiques et des capacités de chaque pays. Les pays ayant de bonnes capacités pourraient jouer un rôle plus étendu en la matière à travers des institutions régionales telles que la COMIFAC.

Gestion forestière durable

Les enseignements tirés des premières initiatives d'atténuation indiquent qu'un progrès significatif a été réalisé en matière de gestion forestière durable (GFD) en Afrique centrale au cours des vingt dernières années, en raison d'un certain nombre de facteurs qui incluent : (i) une volonté politique des gouvernements des pays membres de la COMIFAC, (ii) l'engagement du secteur privé encouragé par des instruments du marché tels que la certification forestière pour satisfaire la demande

des marchés des produits forestiers soucieux de l'environnement, et (iii) l'implication de la communauté des bailleurs de fonds qui ont supporté à la fois les gouvernements nationaux et les entreprises du secteur privé. Ces efforts devraient être poursuivis à travers l'élaboration de plans de gestion et l'intégration de cette approche GFD dans les multiples usages des forêts.

Regard vers l'avenir

Dans l'avènement de réponses au changement climatique, les institutions impliquées dans le développement et la mise en œuvre de politiques doivent revoir, changer et endosser de nouveaux rôles pour être en mesure de faciliter et imposer de nouvelles politiques, de devenir flexible et capable d'apprendre et de s'adapter à l'évolution du système environnement-homme caractérisé par l'incertitude (Locatelli *et al.*, 2008). Premièrement, les agences étatiques devraient être responsables de l'intégration de l'adaptation et de l'atténuation dans des politiques nationales, de rechercher des sources de financement, d'influencer et de coordonner le cours des actions au niveau international, national et local. Deuxièmement, les agences non-étatiques qui regroupent les ONG nationales et internationales et les organismes de recherche devraient soutenir la prise de conscience, la mobilisation des efforts, la promotion d'un dialogue interministériel, la collaboration, la mise en réseau, la génération de connaissances et le renforcement des capacités (Chia *et al.*, 2014).

Dans ce contexte, il est avancé que l'adaptation au changement climatique devrait être prise en compte dans toutes les aides au développement

qui sont sensibles au climat (Huq and Burton, 2003). Ainsi, coordonner les deux sources de financement au niveau national et international peut fournir un support plus efficace à la fois pour les objectifs de développement durable et l'adaptation au changement climatique. Cette approche est cruciale pour les pays de la COMIFAC.

La vulnérabilité future de la forêt et du changement climatique est caractérisée par l'incertitude et les dynamiques des systèmes homme-environnement. Ainsi, les approches politiques et institutionnelles devraient être diverses, flexibles, adaptatives et continues afin de tirer parti des nouvelles connaissances et idées (Bele *et al.*, 2014). La construction d'un dialogue politique-science est nécessaire. Les résultats générés par une recherche rigoureuse devraient être convertis en langage politique pertinent et intégrés dans le processus politique. La science devrait instruire les décideurs sur l'évaluation des vulnérabilités, l'identification des options de réponse et la conception des stratégies d'adaptation. Les décideurs dans la région ont fréquemment besoin d'informations et de connaissances mises à jour afin d'étayer les prises de positions

nationales et régionales sur l'adaptation au changement climatique (Tiani *et al.*, 2015).

L'adaptation basée sur les écosystèmes (EbA) est définie comme « l'utilisation des écosystèmes pour supporter l'adaptation de la société à travers leur gestion, conservation et restauration pour fournir des services qui permettent aux peuples de s'adapter aux impacts du changement climatique. Elle vise à la fois à accroître la résistance et à diminuer la vulnérabilité des écosystèmes et des peuples vis-à-vis du changement climatique » (UNEP, 2009). Les stratégies EbA vont de la gestion durable de l'eau pour le stockage de l'eau, à la régulation des crues et les défenses côtières, la prévention des catastrophes grâce à la couverture forestière, l'agriculture durable et écologiquement intensive utilisant des ressources génétiques localement disponibles, etc. (de Wasseige *et al.*, 2014). L'adaptation basée sur les écosystèmes apparaît comme une option rentable avec des co-bénéfices sociaux, économiques et environnementaux significatifs (UNEP, 2009). De plus, dans une région disposant d'un haut potentiel d'atténuation, les bailleurs de fonds concentrent leurs efforts sur la séquestration du carbone, en concentrant les financements pour l'adaptation sur les régions arides et semi-arides. Finalement, l'EbA est plus accessible au monde rural pauvre que les infrastructures et l'adaptation basée sur l'ingénierie. Avec 54 % de la population totale vivant en milieu rural en Afrique centrale, l'EbA semble être une alternative probable (UN, 2015).

Dès lors que le gouvernement ne peut pas uniquement compter sur un financement extérieur, une adaptation « non réversible » est recommandée :

- accroître l'adaptation au changement climatique dans les espaces politiques nationaux et régionaux en augmentant la prise de conscience publique et politique sur le changement climatique et en réfléchissant sur le besoin d'adaptation ;
- exploiter le potentiel carbone des régions non seulement pour atténuer le changement climatique mais aussi pour parvenir à une croissance économique durable, réduire la pauvreté et s'adapter au changement climatique ;
- équilibrer les intérêts d'acteurs multiples lors de la définition des priorités visant à atteindre les objectifs durables de croissance économique nationale, environnementaux et sociaux ;
- améliorer les filets de sécurité écologique dans les forêts de manière à ce que les ressources précieuses soient plus résistantes à la variabilité et au changement climatique ;
- améliorer le dialogue science-politique, avec une large participation du public (Nkem *et al.*, 2008).

La notion de concevoir et de mettre en œuvre des politiques de réponse et des projets qui produisent des résultats positifs à la fois pour l'adaptation et l'atténuation gagne de la crédibilité dans les recherches nationales et internationales et dans l'agenda des prises de décisions (Elias *et al.*, 2014). Dans les pays du Bassin du Congo, il y a urgence tant pour l'adaptation que pour l'atténuation. Tout d'abord, les écosystèmes forestiers du Bassin du Congo sont pertinents pour l'équilibre du carbone mondial à travers leur énorme potentiel de séquestration et de stockage du carbone. Ensuite, les forêts et les communautés dépendantes des forêts sont vulnérables au changement climatique. Sous ce jour, la conception et la mise en œuvre des politiques et des projets d'adaptation

ne peuvent être évitées. Ainsi, planifier afin de concevoir et utiliser les mêmes stratégies et politiques pour des résultats positifs d'atténuation et d'adaptation est critique pour la région.

Il y a un nombre croissant d'acteurs encourageant et promouvant les efforts d'adaptation et d'atténuation dans le Bassin du Congo selon différents contextes. Par exemple, la Banque Africaine de Développement (BAD), la COMIFAC à travers le PACEBCo, des institutions de recherche comme le CIFOR à travers les projets COBAM et GCS et encore d'autres comme le Réseau Africain des Forêts Modèles (RAFM), l'UEFA en RDC, le ROSE au Cameroun, ARECO au Rwanda, et INDEFOR en Guinée Equatoriale. Cependant, en dépit de l'initiation d'activités d'atténuation et d'adaptation conjointes, ces projets ne s'inscrivent pas toujours dans des cadres de politiques climatiques nationales claires.

Les défis d'intégration des politiques d'atténuation et d'adaptation dans le Bassin du Congo sont essentiellement ancrés sur un problème de gouvernance. Les questions climatiques et forestières sont intersectorielles et ceci contraste avec l'approche actuelle de gouvernance sectorielle. Dans l'état actuel de fragmentation de la gouvernance, intégrer l'atténuation et l'adaptation est plus difficile et consomme plus de ressources que simplement mettre en œuvre les deux mécanismes séparément (Kengoum *et al.*, 2015). Néanmoins, d'un point de vue des ressources, l'adaptation et l'atténuation sont principalement financées par des organisations internationales avec une très faible contribution des gouvernements locaux et il semble qu'il n'existe aucun financement pour produire des résultats politiques d'atténuation et d'adaptation conjointe et cela malgré le besoin urgent.

Les pays du Bassin du Congo connaissent encore une gouvernance néo-patrimoniale qui entrave la coordination entre les ministères sectoriels, ce qui pourrait être une pierre d'achoppement pour la réponse au changement climatique. De plus, la lourdeur des procédures gouvernementales observée dans certains pays pourrait aussi être un défi pour progresser dans la réponse climatique, comme au Cameroun et en RDC (Kengoum *et al.*, 2015).

En tant qu'opportunité pour les pays de la COMIFAC, les options pour explorer la synergie entre l'adaptation et l'atténuation doivent être explicitement introduites dans les mécanismes actuels et futurs du changement climatique, qu'ils soient basés ou non sur les marchés. Sous cet angle, les négociations actuelles et post 2015 doivent continuellement réserver un espace de dialogue sur la façon dont les meilleures options de synergie peuvent être poursuivies. Il est nécessaire d'accélérer les efforts en termes de gouvernance, et sur les questions méthodologiques et techniques afin de combler le vide actuel du manque d'expérience sur des activités intégrées d'atténuation et d'adaptation. Acquérir des financements et financer des initiatives pilotes holistiques et durables dans la région peut être une expérience utile et générer des leçons pratiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Adaptation Fund, 2015. Projects and Programs. https://www.adaptation-fund.org/funded_projects/interactive.
- Adger W. N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16, 268-281.
- AECID, 2005. Plan Director de la Cooperación Española 2005-2008. Madrid, España, AECID: 123 p.
- Aerts J., Renssen H., Ward P. J., de Moel H., Odada E., Bouwer L. M. and Goosse H., 2006. Sensitivity of global river discharges under Holocene and future climate conditions. *Geophysical Research Letters* 33, L19401. doi:10.1029/2006GL027493
- AGRA, 2014. Africa agriculture status report: Climate change and smallholder production in sub-Saharan Africa. Nairobi, Kenya. 218.
- Agrawal A., 2010. Local institutions and adaptation to climate change. In *Social dimensions of climate change: Equity and vulnerability in a warming world*. 2010. Mearns R. and Norton A. Washington DC, USA: World Bank Publications. pp. 173-198.
- Aguilar E., Barry A.A., Brunet M., Ekan L., Fernandes A., Massoukina M., Mbah J., Mhanda A., do Nascimento D.J., Peterson T.C., Umba O., Tomou M. and Zhang X., 2009. Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea Conakry, and Zimbabwe, 1955-2006. In: *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 114, D02115, doi: 10.1029/2008JD011010.
- Akkermans T., Thierry W. and Van Lipzig N.P.M., 2014. The Regional Climate Impact of a Realistic Future Deforestation Scenario in the Congo Basin. *J. Clim.* 27, 2714-2734.
- Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H., Gonzalez P., Fensham R., Zhang Z., Castro J., Demidova N., Lim J.-H., Allard G., Running S.W. Semerci A., Cobb N., 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259: 660-684.
- Angelsen A. and Kaimowitz D., 1999. Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. *The World Bank research observer*, 14, 73-98.
- Angelsen, A., Brockhaus M., Kanninen M., Sills E., Sunderlin W.D., Wertz-Kannounikoff S., 2009. Realising REDD+ national strategy and policy options <http://www.cifor.org/online-library/browse/view-publication/publication/2871.html>. Introduction, pp. 1-9
- Angelsen, A., Brockhaus M., Sunderlin W.D. and Verchot L., 2012. Analysing REDD+: Challenges and choices. <http://www.cifor.org/online-library/browse/view-publication/publication/3805.html>.
- Arnell N.W., 2003. Effects of IPCC SRES emissions scenarios on river runoff: a global perspective. *Hydrology and Earth System Sciences* 7, 619-641
- Assemble-Mvondo S., Brockhaus M. and Lescuyer G., 2013. Assessment of the Effectiveness, Efficiency and Equity of Benefit-Sharing Schemes under Large-Scale Agriculture: Lessons from Land Fees in Cameroon. *Eur J Dev Res* 25, 641-656. doi:10.1057/ejdr.2013.27
- Assemble-Mvondo S., Eba'a Atyi R. et Lescuyer, G. Impacts du régime REDD+ sur les politiques de gestion durable des forêts en Afrique centrale. FORAFAMA study report. CIFOR. Yaoundé. Cameroun.
- Baccini AGSJ., Goetz S. J., Walker W. S., Laporte N. T., Sun M., Sulla-Menashe D., Hackler J., Beck P. S. A., Dubayah R. and Friedl M. A., 2012. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature Climate Change*. Vol. 2, n°3, p. 182-185.
- BAD, 2009. Document cadre sur l'utilisation du fonds spécial CLIMDEV-Afrique (FSCD). Département Agriculture et Agro-Industrie, 22p.
- Balas N., Nicholson S.E. and Klotter D., 2007. The relationship of rainfall variability in West Central Africa to sea-surface temperature fluctuations. *Int. J. Climatol.* 27: 1335-1349.
- Bele M. Y., Somorin O., Sonwa D. J., Nkem J. N. and Locatelli B., 2011. Forests and climate change adaptation policies in Cameroon. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(3), 369-385. DOI 10.1007/s11027-010-9264-8
- Bele M. Y., Sonwa D. J. and Tiani A. M., 2013. Supporting local adaptive capacity to climate change in the Congo Basin forest of Cameroon: a participatory action research approach. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 5(2), 181-197. DOI 10.1108/17568691311327587
- Bele M.Y., Sonwa D.J. and Tiani A.M., 2014. Local Communities Vulnerability to Climate Change and Adaptation Strategies

- in Bukavu in DR Congo. *The Journal of Environment & Development* 23: 331. DOI 10.1177/1070496514536395
- Bele M. Y., Sonwa D. J. and Tiani A.M., 2015. Adapting the Congo Basin forests management to climate change: Linkages among biodiversity, forest loss, and human well-being. *Forest Policy and Economics*, **50** 1-10. DOI 10.1016/j.forpol.2014.05.010
- Bernard F., De Groot R. S. and Campos J. J., 2009. Valuation of tropical forest services and mechanisms to finance their conservation and sustainable use: A case study of Tapantí National Park, Costa Rica. *Forest Policy and Economics*. Vol. 11, n°3, p. 174-183.
- Beyene T., Ludwig F. and Franssen W., 2013. The potential consequences of climate change in the hydrology regime of the Congo River Basin. In: *Climate Change Scenarios for the Congo Basin*. Haensler A., Jacob D., Kabat P., Ludwig F. Climate Service Centre Report No. 11, Hamburg, Germany, ISSN: 2192-4058
- Bigot S., 1997. Les précipitations et la convection profonde en Afrique centrale cycle saisonnier, variabilité interannuelle et impact sur la végétation, Dijon, Université de Bourgogne, Thèse de doctorat, 283 p.
- Billand A., 2012. Biodiversité dans les forêts d'Afrique centrale: panorama des connaissances, principaux enjeux et mesures de conservation. Dans: *Les forêts du Bassin du Congo: Etat des Forêts 2010*. Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne, 2012. 274 p. ISBN: 978-92-79-22717-2. p. 63-94.
- Biwole A., Morin-Rivat J., Fayolle A., Bitondo D., Dedry L., Dainou K., Hardy O.J. and Doucet J.-L., 2015. New data on the recent history of the littoral forests of southern Cameroon: an insight into the role of historical human disturbances on the current forest composition. *Plant Ecology and Evolution* 148(1): 19–28.
- Bodin B., Ravilious C., Mant R. et Bastianelli C., 2014. *Les synergies entre la REDD+ et les objectifs d'Aichi pour la biodiversité en Afrique Centrale – L'apport de l'analyse spatiale pour la planification conjointe de deux engagements internationaux sur les forêts*. Cambridge: UNEP-WCMC.
- Bonell M., 1998. Possible impacts of climate variability and change on tropical forest hydrology. *Climatic Change*, 39, 215-272.
- Bouyer O., Gachanja M., Pesti B., Fach E. and Gichu A., 2013. Carbon rights and benefit-sharing for REDD+ in Kenya. Kenya REDD+ analytical series, Issue #2. UN-REDD Program and Ministry of Environment, Water and Natural Resources.
- Bowen-Jones E., Brown D. and Robinson E., 2002. Assessment of the solution-orientated research needed to promote a more sustainable bushmeat trade in Central and West Africa. *DEFRA, London*. p.127.
- Boyer J.F., Dieulin C., Rouché N., Crès A., Servat E., Paturel J.E. and Mahé G., 2006. SIEREM: an environmental information system for water resources. In: *Water Resource Variability: Processes, Analyses and Impacts*. Proc. of the 5th FRIEND World Conference, La Havana, Cuba, IAHS Publ. 308; 19-25.
- Brou Yao T., 1997. Analyse et dynamique de la pluviométrie dans le sud forestier ivoirien: recherche de corrélations entre les variables climatiques et les variables liées aux actions anthropiques. Thèse de doctorat de l'Université de Cocody, 211 p.
- Brown S., Pearson T., Moore N., Parveen A., Ambagis S. and Shoch D., 2005. Impact of selective logging on the carbon stocks of tropical forests: Republic of Congo as a case study. Deliverable 6: Logging Impact on carbon stocks, Report submitted to United States Agency for International Development, Cooperative Agreement No. EEM-A-00-03-00006-00.
- Brown H.C.P., Smit B., Sonwa O.A. and Nkem J., 2011. Institutional perceptions of opportunities and challenges of REDD+ in the Congo Basin. *Journal of Environment and Development* 20 (4), 381–404.
- Brummett R., Tanania C., Pandi A., Ladel J., Munzimi Y., Russell A., Stiassny M., Thieme M., White S. et Davies D., 2009. Ressources en eau et biens et services liés à l'écosystème forestier. Dans: *Les forêts du Bassin du Congo: Etat des Forêts 2008*. Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne, 2009. 425 p. ISBN: 978-92-79-13211-7
- Brunsell N.A. and Anderson M.C., 2011. Characterizing the multi-scale spatial structure of remotely sensed evapotranspiration with information theory. *Biogeosciences* 8, 2269–2280.
- Burgess N. D., Hales J. A., Ricketts T. H. and Dinerstein E., 2006. Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation*. Vol. 127, n°4, p. 383-401.
- Byerlee D., Stevenson J. and Villoria N., 2014. Does intensification slow crop land expansion or encourage deforestation? *Global Food Security*. Vol. 3, n°2, p. 92-98.
- Cadet D.L. and Nnoli N.O., 1987. Water vapour transport over Africa and the Atlantic ocean during summer 1979. *Quart. J. Roy. Met. Sci.*, 113, 581-602.
- Camberlin P., 2007. In: *L'Afrique centrale, le Cameroun et les changements globaux*. Presses Universitaires d'Orléans P 83-95

- Challinor A.J., Wheeler T.R. and Garforth C., 2007. Assessing the vulnerability of food crop systems in Africa to climate change. *Climate Change*, 8, 381–399.
- Chapman S., Wilder M., Millar I. and Dibley A., 2015. Implementing REDD+ Under the UNFCCC: Basic Requirements and Guidance for Developing National Policy and Legal Frameworks. CCLR (2). PP: 101-112.
- Chia E.L., Somorin O.A., Sonwa D.J., Bele Y.M. and Tiani A.M., 2014. Forest–climate nexus: linking adaptation and mitigation in Cameroon’s climate policy process. *Climate and Development*, 7(1): 85-96. DOI 10.1080/17565529.2014.918867
- Ciais P., Sabine C., Bala G., Bopp L., Brovkin V., Canadell J., Chhabra A., DeFries R., Galloway J. et Heimann M., 2014. Carbon and other biogeochemical cycles. Dans: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, p. 465–570.
- CIFOR, 2007. *Forests in post-conflict Democratic Republic of Congo: analysis of a priority agenda*. Bogor, Indonesia: CIFOR, 82 p. ISBN: 979-24-4665-6.
- CIFOR, 2014a. Climate change and low emissions development on the ground. Background Brief. Forests Asia Conference. http://www.cifor.org/forestsasia/wp-content/uploads/files/ForestAsia_Brief-Theme3_web.pdf
- CIFOR, 2014b. CIFOR Research Priorities 2015. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Colls A., Ash N., Ikkala N. and Conservancy N., 2009. Ecosystem-based Adaptation: a natural response to climate change. Gland. Switzerland, IUCN. 16 p.
- Corbeels M., de Graaff J., Ndah T. H., Penot E., Baudron F., Naudin K., Andrieu N., Chirat G., Schuler J. and Nyagumbo I., 2014. Understanding the impact and adoption of conservation agriculture in Africa: a multi-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 187, p. 155-170.
- Cotula, L., and Mayers, J., 2009. Tenure in REDD – Start Point or Afterthought. London: IIED.
- CSC, 2013. Climate Change Scenarios for the Congo Basin. Climate Service Centre Report No. 11. Eds, Haensler A., Jacob D., Kabat P. and Ludwig F. Hamburg, Germany. 212 p. ISSN: 2192-4058
- Daviet F., 2009. Legally REDD: Building readiness for REDD by supporting developing countries in the fight against illegal logging. WRI working Paper. World Resources Institute, Washington DC.
- De Noblet-Ducoudré N., Boisier J-P., Pitman A., Bonan G.B., Brovkin V., Cruz F., Delire C., Gayler V., van den Hurk B.J.J.M., Lawrence P.J., van der Molen M.K., Müller C., Reick C.H., Strengers B.J. and Voldoire A., 2012. Determining Robust Impacts of Land-Use-Induced Land Cover Changes on Surface Climate over North America and Eurasia: Results from the First Set of LUCID Experiments. *J. Clim.* 25, 3261–3281.
- de Wasseige C., Devers D., de Marcken P., Eba’a Atyi R., Nasi R. and Mayaux Ph., 2009. The forests of the Congo Basin: State of the Forest 2008. Publications Office of the European Union. Luxembourg. 426p. ISBN 978-92-79-13210-0
- de Wasseige C., de Marcken P., Bayol N., Hiol Hiol F., Mayaux Ph., Desclée B., Nasi R., Billand A., Defourny P. and Eba’a Atyi R., 2012. The forests of the Congo Basin: State of the Forest 2010. Publications Office of the European Union. Luxembourg. 276 p. ISBN: 978-92-79-22716-5
- de Wasseige C., Flynn J., Louppe D., Hiol Hiol F. and Mayaux, Ph., 2014. The forests of the Congo Basin: State of the Forest 2013. Weyrich. Belgium. 328p. ISBN: 978-2-87489-299-8
- Defourny P., Delhage C. et Kibambe Lubamba J-P., 2011. Analyse quantitative des causes de la déforestation et de la dégradation des forêts en République Démocratique du Congo. UCL/FAO/CN REDD, Kinshasa.
- Demangeot J., 1992. Les milieux naturels du Globe, Masson, Paris, 276 p.
- Desclée B., Mayaux Ph., Hansen M., Lola Amani P., Sannier C., Mertens B., Häusler T., Ngamabou Siwe R., Poilvé H., Gond V., Rahm M., Haarpaintner J. et Kimbambe Lubamba J-P., 2014. Evolution du couvert forestier du niveau national au régional et moteurs de changement. Dans: *Les forêts du Bassin du Congo: Etat des Forêts 2013*. Weyrich. Neufchâteau, Belgique. 328p, p. 21-46. ISBN: 978-2-87489-298-1
- Descroix L., Mahé G., Lebel T., Favreau G., Galle S., Gautier E., Olivry J.C., Albergel J., Amogu O., Cappelaere B., Dessouassi R., Diedhiou A., Le Breton E., Mamadou I. and Sighomnou D., 2009. Spatio-Temporal variability of hydrological regimes around the boundaries between Sahelian and Sudanian areas of West Africa: a synthesis. *J. of Hydrology*, 375, 1-2, 90-102.
- Dhonneur G., 1985. Traité de météorologie tropicale, Météo-France, 151 p.
- Di Gregorio M., Brockhaus M., Cronin T. and Muharrom E., 2012. Politics and power in national REDD+ policy processes. In:

- Angelsen A., Brockhaus M., Sunderlin W. and Verchot LV., eds. *Analysing REDD+: Challenges and Choices*. Bogor, Indonesia: CIFOR. 69–90.
- Djoufack V., 2011. Etude multi-échelles des précipitations et de la végétation au Cameroun: Thèse Université de Yaoundé I et Université de Bourgogne, 298 P.
- Djoufack V. et Tsalefac, 2014. Variabilité pluviométrique dans le bassin forestier du Congo. In Denis Sonwa et Johnson Ndi Nkem (ed.). *Les forêts du bassin du Congo et l'adaptation aux changements climatiques*, 232 P.
- Dkamela G.P., 2011. The context of REDD+ in Cameroon: Drivers, agents and institutions. Occasional Paper No. 57, CIFOR. Bogor, Indonesia. 80p. ISBN 978-602-8693-32-5
- Dkamela G.P., Brockhaus M., Kengoum Djiegni F., Schure J. and Assembe-Mvondo S., 2014. Lessons for REDD+ from Cameroon's past forestry law reform: a political economy analysis. *Ecology and Society* 19. doi:10.5751/ES-06839-190330
- Doumenge C., Palla F., Scholte P., Hiol Hiol F. and Larzilière A., 2015. Aires protégées d'Afrique centrale – Etat 2015. OFAC, Kinshasa, République Démocratique du Congo et Yaoundé, Cameroun: 256 p.
- Eba'a Atyi R., Lescuyer G., Ngouhou Poufoun J. and Moulende Fouda (eds), 2014. Etude de l'importance économique et sociale du secteur forestier et faunique au Cameroun. CIFOR-MINFOF.
- Edwards D. Sloan P.S., Weng L., Dirks P., Sayer J. and Laurance W. F., 2014. Mining and the African environment. *Conservation Letters*. Vol. 7, n°3, p. 302-311.
- Elias P., Leonard S., Cando L., Fedele G., Gaveau D., Locatelli B., Martius C., Murdiyarso D., Sunderlin W. and Verchot L., 2014. Synergies across a REDD+ landscape: Non-carbon benefits, joint mitigation and adaptation, and an analysis of submissions to the SBSTA. Info Brief. No. 70, CIFOR.
- Epule E.T., Peng C., Lepage L. and Chen Z., 2014. Policy options towards deforestation reduction in Cameroon: An analysis based on a systematic approach. *Land Use Policy* 36, 405–415. Doi:10.1016/j.landusepol.2013.09.004
- FAO, 2008. Exploitation forestière dans les forêts naturelles de la République du Congo. Étude pilote sur les techniques d'exploitation forestière. Vol 7. Rome.
- Feintrenie L., 2014. Agro-industrial plantations in Central Africa, risks and opportunities. *Biodiversity and conservation*. Vol. 23, n°6, p. 1577-1589.
- Feintrenie L., Akoa S., Dessard H., Iyabano A.H., Karpe Ph., Levang P., Miaro L. and Ndong Ndoutoume E., 2014. Are agri-business companies responsible for land grabbing in Central Africa. In: *Annual World Bank Conference on Land and Poverty*. Washington DC: p. 25.
- Feintrenie L., Gillet P., Garcia C., Boulaud A. L., Ferlay A., Codina Llavina E., Lehnebach C. and Vermeulen C., 2015. Family farming in a changing landscape: how activities change when forest disappears. In: *Annual World Bank Conference on Land and Poverty: Linking Land Tenure and Use for Shared Prosperity*.
- Ferguson I.M. and Maxwell R.M., 2011. Hydrologic and land–energy feedbacks of agricultural water management practices. *Environ. Res. Lett.* 6, 014006.
- Floret C., Pontanier R. et Serpantié G., 1993. La jachère en Afrique tropicale. Dossier MAB 16, UNESCO, Paris: 86 p.
- Fobissie K., Alemagi D. and Minang P.A., 2014. REDD+ Policy Approaches in the Congo Basin: A Comparative Analysis of Cameroon and the Democratic Republic of Congo (DRC). *Forests* 5, 2400–2424. doi:10.3390/f5102400
- Fontaine B. et Janicot S., 1993. L'évolution des idées sur la variabilité interannuelle récente des précipitations en Afrique de l'Ouest. *La Météorologie*, 1, 28-53.
- Fontaine B., Janicot S., Moron V., Roucou P. et Trzaska S., 1998a. Anomalies de températures de surface de la mer et précipitations tropicales. *La Météorologie*, 23, 14-35.
- Fontaine B., Trzaska S. and Janicot S., 1998b. Evolution of the relationships between near global and atlantic sea surface temperatures modes and the rainy season in West Africa: statistical analysis and sensitivity experiment. *Climate Dynamics*, 14, 451-473.
- Ford J.D., Berrang-Ford L., Bunce A., McKay C., Irwin M. and Pearce T., 2014. The status of climate change adaptation in Africa and Asia. *Regional Environmental Change*, 15(5): 801-814. DOI 10.1007/s1011301406482
- Fritsch J.M., 1990. *Les effets du défrichement de la forêt amazonienne et de la mise en culture sur l'hydrologie de petits bassins versants: opération ECEREX en Guyane française*. Thèse, Université Montpellier 2, ORSTOM Ed., Coll. Etudes et Thèse.
- FRM, 2015. *Lien entre consommation des bois tropicaux et protection des forêts tropicales humides – Cas de forêts sous aménagement durable*.
- Füssel H.M., 2007. Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons.

- Sustainability science*, 2(2) : 265-275. DOI 10.1007/s11625-007-0032-y
- Gally M. et Bayol N., 2013. Situation de l'aménagement et de la certification en République du Congo. Forêt Ressources Management.
- Gockowski J. and Sonwa D., 2011. Cocoa Intensification Scenarios and Their Predicted Impact on CO₂ Emissions, Biodiversity Conservation, and Rural Livelihoods in the Guinea Rain Forest of West Africa. *Environmental Management*. Vol. 48, n°2, p. 307-321.
- Godard A. and Tabeaud M., 2009. Les Climats : Mécanismes, variabilité et répartition. 4^{ème} Edition ; Paris, Armand Colin, 216 p.
- Goldstein A., Gonzalez G. and Peters-Stanley M., 2014. Turning over a New Leaf: State of the Forest Carbon Markets 2014. Ecosystem Marketplace. Available online at http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_4770.pdf
- Gond V. et Brognoli C., 2005. Télédétection et aménagement du territoire : localisation et identification des sites d'orpaillage en Guyane française. *Bois et forêts des tropiques*. n°286, p. 5-13.
- Gonmadje C.F., Doumenge C., Sunderland T.C.H., Balinga M.P.B. et Sonké B., 2012. Analyse phytogéographique des forêts d'Afrique Centrale : le cas du massif de Ngovayang (Cameroun). *Plant Ecology and Evolution* 145(2)45 152-164.
- Groutel E., 2013. *Evolution des marchés des bois tropicaux africains*.
- Guariguata M.R., Cornelius J.P., Locatelli B., Forner C. and Sánchez-Azofeifa G.A., 2008. Mitigation needs adaptation : Tropical forestry and climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13(8), 793-808. DOI 10.1007/s11027-007-9141-2
- Haddeland D., Clark W., Franssen F., Ludwig F., Voß N.W., Arnell N., Bertrand M., Best S., Folwell D., Gerten S., Gomes S.N., Gosling S., Hagemann N., Hanasaki R., Harding J., Heinke P., Kabat S., Koirala T., Oki J., Polcher T., Stacke P., Viterbo G.P., Weedo. and Yeh P., 2011. Multi-Model Estimate of the Global Water Balance: Setup and First Results. *Journal of Hydrometeorology*, 12, 869–884, doi: 10.1175/2011JHM1324
- Haensler A., Saeed F. and Jacob D., 2013. Assessment of projected climate change signals over central Africa based on a multitude of global and regional climate projections. In: *Climate Change Scenarios for the Congo Basin*. [Haensler A., Jacob D., Kabat P., Ludwig F. (eds.)]. Climate Service Centre Report No. 11, Hamburg, Germany, ISSN: 2192-4058
- Hammond Gond D.S.V., de Thoisy B., de Dijn B. and Forget P-M., 2007. Causes and consequences of a tropical forest gold rush in the Guiana Shield, South America. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. Vol. 36, n°8, p. 661-670.
- Hamrick K. and Goldstein A., 2015. Ahead of the curve. State of the Voluntary Carbon Markets 2015. Forest Trends' Ecosystem Marketplace, Washington.
- Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O. and Townshend J.R.G., 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*. Vol. 342, p. 850-853.
- Havlík P., Schneider U.A., Schmid E., Böttcher H., Fritz S., Skalský R., Aoki K., de Cara S., Kindermann G., Kraxner F., Leduc S., McCallum I., Mosnier A., Sauer T. and Obersteiner M., 2011. Global land-use implications of first and second generation biofuel targets. *Energy Policy*. Vol. 39, n°10, p. 5690-5702.
- Haywood C., Wardell A.D., Cordonier Segger M-C and Holmgren P., 2015. Legal Frameworks for Implementing REDD+ in Zambia, Mozambique and Tanzania: Opportunities for a Sustainable Landscapes Approach. CCLR (2). PP: 130-142.
- HBS and ODI, 2015. Climate Funds Update. Retrieved 15 July 2015, from <http://www.climatefundsupdate.org/the-funds>
- Herold M., Verchot L., Angelsen A., Maniatis D. and Bauch S., 2012. A step-wise framework for setting REDD+ forest reference emission levels and forest reference levels. CIFOR, InfoBrief 52, 8pp.
- Hesseling G. et Le Roy E., 1990. Le droit et ses pratiques. *Politique Africaine* No 40: 2- 11.
- Hirsh F., Jourget J.G., Feintrenie L., Bayol N. and Atyi R.E., 2013. Projet pilote REDD+ de la Lukénie. Working Paper 111. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Hoare A.L., 2007. The use of non-timber forest products in the Congo Basin: Constraints and Opportunities. Rainforest Foundation London, UK, 56 p. ISBN: 1-906131-03-1.
- Hosonuma N., Herold M., de Sy V., de Fries R.S., Brockhaus M., Verchot L., Angelsen A. and Romijn E., 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters* 7 (4): 4009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044009>
- Howden S.M., Soussana J.F., Tubiello F.N., Chhetri N., Dunlop M. and Meinke H., 2007. Adapting agriculture to climate change. *PNAS*, 104, 19691-19696.

- Hoyle D. et Levang P., 2012. Le développement du palmier à huile au Cameroun. *Rapport WWF*. p. 16.
- Huq S. and Burton I., 2003. Funding adaptation to climate change: what, who and how to fund. *Sustainable Development Opinion*. International Institute for Environment and Development (IIED). London, UK: 2 p.
- Illman J., Halonen M., Rinne P., Huq S. and Tveitdal S., 2013. Scoping study on financing adaptation-mitigation synergy activities. Working Paper. NORDEN. 51 p.
- Ingram V., 2009. The hidden costs and values of NTFP exploitation in the Congo Basin. In: *13th World Forestry Congress*. p.18-23.
- Ingram V., Ndoye O., Midoko Iponga D., Chupezi Tieguhong J et Nasi R., 2012. Les produits forestiers non ligneux: contribution aux économies nationales et stratégies pour une gestion durable. Dans: *Les forêts du Bassin du Congo: Etat des Forêts 2010*. Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne, 2012. 274 p. ISBN: 978-92-79-22717-2
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. A contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom.
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds, Barros V.R., Field C.B., Dokken D.J., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R and White L.L. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge. p1199-1265.
- IUCN, 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Available at: <http://www.iucnredlist.org/>
- Jagger P., Lawlor K., Brockhaus M., Gebara M.F., Sonwa D.J., Resosudarmo I.A.P., 2012. REDD+ safeguards in national policy discourse and pilot projects. In: Angelsen A., Brockhaus M., Sunderlin W.D. and Verchot L. *Analysing REDD+: Challenges and choices*: 301-316. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Jagger P., Brockhaus M., Duchelle Amy E., Fernanda Gebara M., Lawlor K., Aju Pradnja Resosudarmo I. and Sunderlin W.D., 2014. Multi-Level Policy Dialogues, Processes, and Actions: Challenges and Opportunities for National REDD+ Safeguards Measurement, Reporting, and Verification (MRV). *Forests* 2014, 5(9), 2136-2162; doi: 10.3390/f5092136
- Janicot S., 1995. Le point sur la désertification et les changements climatiques. *La Météorologie*, 4, 1-15.
- Jose S., 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agrofor. Syst.* 76, 1–10.
- Jupp T.E., Cox P.M., Rammig A., Thonicke K., Lucht W. and Cramer W., 2010. Development of probability density functions for future South American rainfall. *New Phytologist*, 187, 682–693. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03368.x.
- Kanowski P.J., McDermott L. and Cashore B.W., 2011. Implementing REDD+: lessons from analysis of forest governance. *Environmental Science & Policy* 14(111-117).
- Katerere Y., Fobissie K. and Annies A., 2015. Non-carbon benefits of REDD+: Options for assessment and incentives. A technical paper prepared for the African Group of Negotiators. CDKN and ACPC-UNECA. 42 p.
- Kengoum F. and Tiani A.M., 2013. Adaptation and mitigation policies in Cameroon: pathways of synergy. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR): vii, 38p. ISBN 978-602-1504-38-3
- Kengoum F., Tiani A.M. and Brockhaus M., 2015. Synergies between Adaptation and REDD+ in Cameroon and DRC: Shifting the Perspective? *Global Environmental Politics* (Forthcoming).
- Koch I C., Vogel C. and Patel Z., 2007. Institutional dynamics and climate change adaptation in South Africa. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(8), 1323-1339. DOI 10.1007/s11027-006-9054-5
- Koh L.P. and Ghazoul J., 2010. Spatially explicit scenario analysis for reconciling agricultural expansion, forest protection, and carbon conservation in Indonesia. *PNAS* 107: 11140-11144
- Korhonen-Kurki K., Brockhaus M., Duchelle A.E., Atmadja S., Pham T.T., Schofield L., 2013. Multiple levels and multiple challenges for measurement, reporting and verification of REDD+. *International Journal of the Commons* 7 (2): 344–366.
- Korhonen-Kurki K., Sehring J., Brockhaus M. and Di Gregorio M., 2014. Enabling factors for establishing REDD+ in a context of weak governance. *Climate Policy* 14, 167–186. doi:10.1080/14693062.2014.852022
- Korhonen-Kurki K., Sehring J., Brockhaus M., Di Gregorio M., 2015. Policy progress with REDD+ and the promise of performance based payments: A qualitative comparative analysis of 13 countries. *Environmental Change*.

- Koster R.D., Dirmeyer P.A., Guo Z., Bonan G., Chan E., Cox P., Gordon C.T., Kanae S., Kowalczyk E., Lawrence D., Liu P., Lu C.-H., Malyshev S., McAvaney B., Mitchell K., Mocko D., Oki T., Oleson K., Pitman A., Sud Y.C., Taylor C.M., Verseghy D., Vasic R., Xue Y. and Yamada T., 2004. Regions of Strong Coupling Between Soil Moisture and Precipitation. *Science* 305, 1138–1140.
- Lambers H., Chapin III F.S. and Pons T.L., 1998. Plant physiological ecology. Springer-verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong- Kong. 540 pp., ISBN 0-387-98326-0.
- Laraque A., Mahé G., Orange D. and Marieu B., 2001. Spatiotemporal variations in hydrological regimes within Central Africa during the twentieth century. *Journal of Hydrology*, 245, 1-4; 104-117
- Laraque A., Bellanger M., Adel G., Guebanda S., Gulemvug G., Pandi A., Paturel J.E., Rober A., Tathy J.P. and Yambele A., 2013. Evolutions récentes des débits du Congo, de l'Oubangui et de la Sangha. Recent evolution of Congo, Oubangui and Sangha rivers flows. *Geo-Eco-Trop*, 37, 1, 93-100.
- Lawlor K., Olander L.P. and Weinthal E., 2009. Sustaining livelihoods while reducing emissions from deforestation – Options for Policymakers. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Working Paper NI WP 09-02
- Lawrence D. and Vandecar K., 2015. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. *Nat. Clim. Change* 5, 27–36.
- Leroux M., 1970. La dynamique des précipitations en Afrique occidentale. Thèse de doctorat de troisième cycle, Université de Dakar, 320 p.
- Leroux M., 1973. Les principales discontinuités africaines: Front intertropical (FIT) et Confluence Inter-Océanique (CIO). *La structure continue de l'Équateur météorologique inter-tropical*. Publication de la Direction de l'Exploitation Météorologique, 29, Dakar, ASECNA: 21-36.
- Lescuyer G., 2014. Evaluation économique de la chasse villageoise. In: Eba'a Atyi R., Lescuyer G., Ngouhouo Poufoun J. and Moulende Fouda (eds). Etude de l'importance économique et sociale du secteur forestier et faunique au Cameroun. CIFOR-MINFOF
- Levin N.E., Zipser E.J. and Cerling T.E., 2009. Isotopic composition of waters from Ethiopia and Kenya: Insights into moisture sources for eastern Africa. *J. Geophys. Res. Atmospheres* 114, D23306.
- Lewis S.L., Brando P.M., Phillips O.L., van der Heijden G.M.F. and Nepstad D., 2011. The 2010 Amazon Drought. *Science* 331: 554.
- Li K., Coe M., Ramankutty N. and Jong R., 2007. Modeling the hydrological impact of land-use change in West Africa. *Journal of Hydrology* 337 :3-4, 258-268
- Liéno G., Mahé G., Paturel J.E., Servat E., Sighomnou D., Ecodeck G.E., Dezetter A. et Dieulin C., 2008. Changements des régimes hydrologiques en région équatoriale camerounaise: un impact du changement climatique en Afrique équatoriale? *Hydrological Sciences Journal*, 53, 4; 789-801.
- Locatelli B., Kanninen M., Brockhaus M., Colfer C. P., Murdiyarso D. and Santoso H., 2008. Facing an uncertain future: How forests and people can adapt to climate change. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). 97p.
- Luttrell C., Loft L., Gebara M.F., Kweka D., Brockhaus M., Angelsen A and Sunderlin W., 2013. Who should benefit from REDD+? Rationales and realities. *Ecology and Society* 18(4): 52. <http://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss4/art52/>
- Mahé G., 1993. Les écoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique de l'Ouest, Collection Etudes et thèses Orstom edit. 438 P.
- Mahé G., Servat E. and Maley J., 2004. Climatic variability including ENSO events (droughts, extreme events). In *"Forests – Water – People in the Humid Tropics: past, present and future hydrological research for integrated land and water management"*. Cambridge University Press, 267-286.
- Mahé G., Paturel J.E., Servat E., Conway D. and Dezetter A., 2005. Impact of land use change on soil water holding capacity and river modelling of the Nakambe River in Burkina-Faso. *Journal of Hydrology*, 300, 33-43.
- Mahé G. and Paturel J.E., 2009. 1896-2006 Sahelian rainfall variability and runoff increase of Sahelian rivers. *C.R. Geosciences*, 341, 538-546.
- Mahe G., Lienou G., Descroix L., Bamba F., Paturel J.E., Laraque A., Meddi M., Habaieb H., Adeaga O., Dieulin C., Chahnez Kotti F. and Khomsi K., 2013. The rivers of Africa: witness of climate change and human impact on the environment. *Hydrological Processes*, 27, 2105–2114. DOI: 10.1002/hyp.9813.
- Mai Y.H., Mwangi E. and Wan M., 2011. Gender analysis in forestry research: looking back and thinking ahead. *International Forestry Review* 13(2): 205-219. DOI 10.1505/146554811797406589
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G. and Li B.-L., 2013. Revisiting forest impact on atmospheric water vapor transport and precipitation. *Theor. Appl. Climatol.* 111, 79–96.

- Maley J., 1987. Fragmentation de la forêt dense humide africaine et extension des biotopes montagnards au Quaternaire récent : nouvelles données polliniques et chronologiques. Implications paléoclimatiques et biogéographiques. – *Palaeoecol. Africa*, 18,
- Maley J., 1996. The African rain forest: main characteristics of changes in vegetation and climate from the Upper Cretaceous to the Quaternary. In : Alexander I.J., Swaine M.D., Watling R.. Essays. On the ecology of the Guinea-Congo rain forest. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B*, 1996, 104, p. 31-73.
- Maley J., 1997. Middle to late Holocene changes in tropical Africa and other continents : paleomonsoon and sea surface temperature variation. *NATO ASI series*, 1, 611-639.
- Maley J. and Brenac P., 1998. Vegetation dynamics, Paleoenvironments and Climatic Changes in the forests of Western Cameroon during the last 28 000 years B.P. Review of Paleobotany and Palynology, 99, 157-187.
- Maley J., Brenac P., Bigot S. and Moron V., 2000. Variations de la végétation et des paléoenvironnements en forêt dense africaine au cours de l'Holocène. Impact de la variation des températures marines. In : Dynamique à long terme des Ecosystèmes forestiers intertropicaux, M.Servant and S.Servant-Vildary eds., Mémoire UNESCO, Paris, 205-220.
- Marien J-N. et Bassaler N., 2013. *Eléments de prospective à l'horizon 2040 pour les écosystèmes forestiers d'Afrique Centrale – Rapport technique de synthèse final*.
- Marien J-N., Louppe D., Dubiez E. et Larzillière A., 2013. *Quand la ville mange la forêt : les défis du bois énergie en Afrique centrale*. Editions Quae, 240 p. ISBN : 2-7592-1980-1.
- Martin Persson, U., 2012. Conserve or convert? Pan-tropical modeling of REDD–bioenergy competition. *Biological Conservation* 146, 81–88. Doi:10.1016/j.biocon.2011.10.038
- Martius C., 2015. REDD+ in Africa : status, trends and developments. Study report. CIFOR. Bogor, Indonesia.
- McCarthy J.J., 2001. Climate Change 2001 : Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 1032 p. ISBN 0 521 80768 9.
- MDG. Achievement Fund, 2013. Environment and Climate Change Thematic window development results report – October 2013. *Development results series*. New York, USA, MDG Achievement Fund Secretariat monitoring and evaluation unit. 23 p.
- Megevand C., Mosnier A., Hourticq J., Sanders K., Doetinchem N. and Streck C., 2013. *Deforestation Trends in the Congo Basin: Reconciling Economic Growth and Forest Protection*. The World Bank, 179 p. Disponible sur : <http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/978-0-8213-9742-8>. ISBN : 978-0-8213-9742-8.
- Meunier Q., Boldrini S., Moumbogou C., Morin A., Ibinga S. et Vermeulen C., 2014. Place de l'agriculture itinérante familiale dans la foresterie communautaire au Gabon. *Bois et Forêts des Tropiques*. Vol. 319, p. 65-69.
- Monteil L., Gond V., Cornu G., Philippon N. and Doumenge C., in prep. The climatic hinge in Central Africa : cartography and links with forest distribution.
- Monteny B.A., 1987. Contribution à l'étude des interactions végétation-atmosphère en milieu tropical humide. Thèse de doctorat de l'Université d'Orsay, 176 p.
- Monteny B.A., Lhomme J.P., Chebhouni A., Amadou M., Troufleau D., Brunel J.P., Bessemoulin P., Sicot M., Galle S., Lloyd C., Said F., 1996. Les Interactions Surface Continentale-Atmosphère en Milieu Sahélien. Passage de l'Echelle Stationnelle à l'Echelle Régionale. In : Interactions Surface Continentale-Atmosphère : l'Expérience HAPEX-Sahel, Actes des X^e Journées Hydrologiques de Montpellier, 13-14 Septembre 1994, Ed. ORSTOM, Ed. Scient. : Hoepffner M., Lebel T., Monteny B., 287-303.
- Morin-Rivat J., Fayolle A., Gillet J.-F., Bourland N., Gourlet-Fleury S., Oslisly R., Bremond L., Bentele I., Beeckman H. and Doucet J.-L., 2014. New evidence of human activities during the Holocene in the lowland forests of the Northern Congo Basin. *Radiocarbon* 56(1): 209–220.
- Moser S.C., 2012. Adaptation, mitigation, and their disharmonious discontents : an essay. *Climatic Change* 111(2): 165-175.
- Mosnier A., Havlík P., Obersteiner M., Aoki K., Schmid E., Fritz S., McCallum I. and Leduc S., 2014. Modeling Impact of Development Trajectories and a Global Agreement on Reducing Emissions from Deforestation on Congo Basin Forests by 2030. *Environmental and Resource Economics*. Vol. 57, n°4, p. 505-525.
- Mosnier A. and Pirker J., 2015. *Global oil palm suitability assessment*. IIASA,
- Mpounza M. and Samba-Kimbata M.J., 1990. Aperçu sur le climat de l'Afrique centrale occidentale. In : Lanfranchi R. and Schwartz D. (eds.), Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique. ORSTOM, Paris: 31-41.
- Munang R., Thiaw I., Alverson K., Mumba M., Liu J. and Rivington M., 2013. Climate change and Ecosystem-based

- Adaptation: a new pragmatic approach to buffering climate change impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5, 67-71.
- Munroe R. and Mant R., 2014. REDD+ and adaptation: Identifying complementary responses to climate change. Infobrief. UN-REDD Programme.
- Munzimi Y.A., Hansen M.C., Adusei B.D. and Senay G.B., 2015. Characterizing Congo Basin Rainfall and Climate Using Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Satellite Data and Limited Rain Gauge Ground Observations. Eds. American Meteorological Society, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, Vol 54, pp 541-555.
- Murdiyarso D., Robledo C., Brown S., Coto O., Drexhage J., Forner C., Kanninen M., Lipper L., North N. and Rondon M., 2005. Linkages between mitigation and adaptation in land-use change and forestry activities. In: Robledo C., Kanninen M., Pedroni L. *Tropical forests and adaptation to climate change*. in: Search for synergies. CIFOR, Bogor, Indonesia. pp 122-154
- Nair PK R., 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry systems*. Vol. 3, n°2, p. 97-128.
- Nasi R., Billand A. and Van Vliet N., 2011. Empty forests, empty stomachs: bushmeat and livelihoods in Congo and Amazon Basins. *International Forestry Review*. p. 355-368.
- Ndjogui T. E. et Levang P., 2013. Elites urbaines, élaïculture et question foncière au Cameroun. *Territoires d'Afrique*. n°5, p. 35-46.
- Nicholson S.E., Dezfuli A.K. and Klotter D., 2012. A Two-Century Precipitation Dataset for the Continent of Africa. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, 1219-1231
- Niyogi D., Mahmood R. and Adegoke J.O., 2009. Land-Use/Land-Cover Change and Its Impacts on Weather and Climate. *Bound.-Layer Meteorol.* 133, 297-298.
- Nkem J., Idinoba M. and Sendashoga C., 2008. Forests for climate change adaptation in the Congo Basin: Responding to an urgent need with sustainable practices. *Environment Brief* No. 2. CIFOR, Bogor, Indonesia. 6p.
- Nkem J., Kalame F. B., Idinoba M., Somorin O. A., Ndoye O. and Awono A., 2010. Shaping forest safety nets with markets: Adaptation to climate change under changing roles of tropical forests in Congo Basin. *Environmental Science & Policy*, 13(6), 498-508. DOI 10.1016/j.envsci.2010.06.004
- Nkem J., Munang R. and Jallow B.P., 2011. Lessons for adaptation in sub-Saharan Africa. Nairobi, Kenya: UNON, UNDP, UNEP. 98p.
- Nogherotto R., Coppola E., Giorgi F. and Mariotti L., 2013. Impact of Congo Basin deforestation on the African monsoon. *Atmospheric Sci. Lett.* 14, 45-51.
- Obidzinski K., Dermawan A. and Hadiano A., 2014. Oil palm plantation investments in Indonesia's forest frontiers: limited economic multipliers and uncertain benefits for local communities. *Environment, Development and Sustainability*, 16(6), 1177-1196.
- Ochieng R.M., Visseren-Hamakers and Nketiah K.S., 2012. Interaction between the FLEGT VPA and REDD+ in Ghana: recommendations for interaction management. *Forest Policy and Economics*.
- OECD and FAO, 2013. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2013-2022*. Paris: OECD Publishing: ISBN: 978-92-64-19422-9.
- Olivry J.C., 1986. *Fleuves et Rivières du Cameroun*. Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique au Cameroun. 733 p. ISBN 2709908042
- Olson D.M., Dinerstein E., Wikramanayake E.D., Burgess N.D., VN Powell G., Underwood E.C., D'amico J.A., Itoua I., Strand H.E. and Morrison J.C., 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*. Vol. 51, n°11, p. 933-938.
- ONU, 2013. *ONU : la population mondiale devrait atteindre 9,6 milliards en 2050 | ONU DAES | Nations Unies Département des affaires économiques et sociales*. Disponible sur: <http://www.un.org/fr/development/desa/news/population/un-report-world-population-projected-to-reach-9-6-billion-by-2050.html>.
- Oren R., Ellsworth D.S., Johnsen KLHL, Phillips N., Ewers B.E., Maier C., Schafer K.V.R., McCarthy H., Hendrey G., McNulty S.G. and Katul G.G., 2001. Soil fertility limits carbon sequestration by forest ecosystems in a CO₂-enriched atmosphere. *Nature* 411: 469-472.
- Pavageau C., Locatelli B., Tiani A.M. and Zida M., 2013. Cartographier la vulnérabilité aux variations climatiques: Une méta-analyse en Afrique. Document de travail 118. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR). 48p.
- Pavageau C. and Tiani A.M., 2014. Implementing REDD+ and adaptation to climate change in the Congo Basin: Review of projects, initiatives and opportunities for synergies. Working Paper 162. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR), 52 p.
- Peach-Brown H.C., Nkem J., Sonwa D. and Bele Y., 2010. Institutional adaptive capacity and climate change response

- in the Congo Basin forests of Cameroon. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **15**(3), 263-282. DOI 10.1007/s11027-010-9216-3
- Peach-Brown H.C., Smit B., Somorin O.A., Sonwa D.J. and Ngana F., 2013. Institutional perceptions, adaptive capacity and climate change response in a post-conflict country: a case study from Central African Republic. *Climate and Development*, **5**(3): 206-216. DOI 10.1080/17565529.2013.812954
- Peach-Brown H.C., Smit B., Somorin O., Sonwa D. and Nkem J., 2014. Climate Change and Forest Communities: Prospects for Building Institutional Adaptive Capacity in the Congo Basin Forests. *AMBIO*, **43**(6), 759-769. DOI 10.1007/s13280-014-0493-z
- Peach-Brown H.C. and Sonwa D.J., 2015. Rural local institutions and climate change adaptation in forest communities in Cameroon. *Ecology and Society*, **20**(2): 6 <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07327-200206>.
- Pédelahore P., 2012. [Thèse]. *Stratégies d'accumulation des exploitants agricoles: l'exemple des cacaoculteurs du Centre Cameroun de 1910 à 2010*. Toulouse 2, France.
- Peel M.C., Finlayson B.L. and McMahon T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, **11**, 1633-1644, 2007; www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/
- Pham T.T., Brockhaus M., Wong G., Dung L.N., Tjajadi J.S., Loft L., Luttrell C. and Assembe-Mvondo S., 2013. Approaches to benefit sharing: A preliminary comparative analysis of 13 REDD+ countries. Working Paper 108. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Phelps, J., 2015. Forest carbon, biodiversity and the promise of a green economy. In Gasparatos A. and Willis K., eds. *Biodiversity in the Green Economy*. Routledge: London. <http://www.tandf.net/books/details/9780415723329/>
- Pielke R.A., Adegoke J., Beltrán-Przekurat A., Hiemstra C.A., Lin J., Nair U.S., Niyogi D. and Nobis T.E., 2007. An overview of regional land-use and land-cover impacts on rainfall. *Tellus B* **59**, 587-601.
- Pielke R.A., Pitman A., Niyogi D., Mahmood R., McAlpine C., Hossain F., Goldewijk K.K., Nair U., Betts R., Fall S., Reichstein M., Kabat P. and de Noblet N., 2011. Land use/land cover changes and climate: modeling analysis and observational evidence. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change* **2**, 828-850.
- Polasky S., Carpenter S.R., Folke C. and Keeler B., 2011. Decision-making under great uncertainty: environmental management in an era of global change. *Trends in ecology & evolution*, **26**, 398-404.
- Polcher J., 1994. Etude de la sensibilité du climat tropical à la déforestation. Thèse de doctorat de l'Université de Paris VI, 185 p.
- Potapov P., Turubanova S., Hansen M., Adusei B., Broich M., Altstatt A., Mane L. and Justice C., 2012. Quantifying forest cover loss in Democratic Republic of the Congo, 2000-2010, with Landsat ETM+ data. *Remote Sensing of Environment*, p. 106-116.
- Pratihast, A.K., DeVries B., Avitabile V., de Bruin S., Kooistra L., Tekle M., and Herold M., 2014. Combining Satellite Data and Community-Based Observations for Forest Monitoring. *Forests*. <http://www.mdpi.com/1999-4907/5/10/2464>
- Quétier F., De Wachter P., Gersberg M., Dessard H., Nzene Halleson D. et Ndong Ndoutoume E., 2015. La compensation volontaire: les normes de performance des institutions financières et leur application aux forêts d'Afrique centrale. Dans: *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement*. QUAE, p. 320. ISBN: 978-2-7592-2290-2.
- Ramirez-Villegas J. and Thornton P.K., 2015. Climate change impacts on African crop production. *Working Paper No. 119*. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change Agriculture and Food Security (CCAFS). 27p.
- Rasi R., Beuchle R., Bodart C., Vollmar M., Seliger R. and Achard F., 2013. Automatic updating of an object-based tropical forest cover classification and change assessment. *Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE Journal of*. Vol. 6, n°1, p. 66-73.
- Ravindranath N.H., 2007. Mitigation and adaptation synergy in forest sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **12**(5): 843-853. DOI 10.1007/s11027-007-9102-9
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F.S., Lambin E.F., Lenton T.M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H.J., Nykvist B., de Wit C.A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P.K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R.W., Fabry V.J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P., Foley J.A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* **461**, 472-475. doi:10.1038/461472a
- Romijn E., Lantican C.B., Herold M., Lindquist E., Ochieng R., Wijaya A., Murdiyarso D., Verchot L., 2015. Assessing change in national forest monitoring capacities of 99 tropical Non-Annex I countries. *Forest Ecology and Management*

- Saatchi S.S., Harris N.L., Brown S., Lefsky M., TA Mitchard E., Salas W., Zutta B.R., Buermann W., Lewis S.L. and Hagen S., 2011. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 108, n°24, p. 9899-9904.
- Salvini G., Herold M., De Sy V., Kissinger G., Brockhaus M., Skutsch M., 2014. How countries link REDD+ interventions to drivers in their readiness plans : implications for monitoring systems. *Environmental Research Letters* 9, 074004. Doi:10.1088/1748-9326/9/7/074004
- Samba-Kimbata M.J., 1991. Précipitations et bilans d'eau dans le Bassin forestier du Congo et ses marges. Dijon, Université de Bourgogne, Centre de Recherches de Climatologie, Thèse de doctorat, 242 p.
- Santanello J.A., Friedl M.A. and Ek M.B., 2007. Convective Planetary Boundary Layer Interactions with the Land Surface at Diurnal Time Scales : Diagnostics and Feedbacks. *J. Hydrometeorol.* 8, 1082–1097.
- Schmidt L., 2014. Assessment of Forest Management Mitigation Activities under the Emission Reduction Program of Mai Ndombe Province. A report of the project 'Development of a Carbon Storage Map & Carbon Payment Model Project for the DR Congo Forestbelt'. WWF/GFA Consulting Group, Kinshasa/Hamburg.
- Scholte P., Kirda P., Adam S. and Kadiri B., 2000. Floodplain rehabilitation in North Cameroon: impact on vegetation dynamics. *Applied Vegetation Science* 3: 33-42. <http://www.opuluspress.se/pdf.php?id=17190>
- Scholte P., 2007. Maximum flood depth characterises above-ground biomass in African seasonally shallowly flooded grasslands. *Journal of Tropical Ecology* 23: 63-72. <http://journals.cambridge.org/action/displayIssue?jid=TRO&volumeId=23&issueId=01>
- Schure J., Ingram V. et Akalakou-Mayimba C., 2011. *Bois énergie en RDC – Analyse de la filière des villes de Kinshasa et de Kisangani*. CIFOR, Disponible sur: <http://projets.cirad.fr/content/download/11048/66023/file/Bois%20energie%20en%20RDC%20Analyse%20de%20la%20filiere%20des%20villes%20de%20Kinshasa%20et%20Kisangani.pdf>.
- Schure J., Ingram V., Arts B., Levang P. and Mvula-Mampasi E., 2015. Institutions and access to woodfuel commerce in the Democratic Republic of Congo. *Forest Policy and Economics*. Vol. 50, p. 53-61.
- Seymour F. and Angelsen A., 2012. Summary and conclusions: REDD+ without regrets. In: Angelsen A., Brockhaus M., Sunderlin W. and Verhot L.V., Analysing REDD+: Challenges and Choices. Bogor, Indonesia: CIFOR. 317-334.
- Shapiro A. and Saatchi S., 2014. Mapping Biomass for REDD in the Largest Forest of Central Africa: the Democratic Republic of Congo. Dans: *EGU General Assembly Conference Abstracts*. p. 2678.
- Sills E.O., Atmadja S., de Sassi C., Duchelle A.E., Kweka D., Resosudarmo I.A.P. and Sunderlin W.D., 2014. REDD+ on the ground : A case book of subnational initiatives across the globe. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Sist P., Sablayrolles P., Barthelon S., Sousa-Ota L., Kibler J-F, Ruschel A., Santos-Melo M. and Ezzine-de-Blas D., 2014. The Contribution of Multiple Use Forest Management to Small Farmers' Annual Incomes in the Eastern Amazon. *Forests*. Vol. 5, n°7, p. 1508-1531.
- Smith J.B., Dickinson T., Donahue J.D., Burton I., Haites E., Klein R.J. and Patwardhan A., 2011. Development and climate change adaptation funding: coordination and integration. *Climate Policy*, 11(3): 987-1000. DOI 10.1080/14693062.2011.582385
- Somorin O.A., Brown H., Visseren-Hamakers I.J., Sonwa D.J., Arts B. and Nkem J., 2012. The Congo Basin forests in a changing climate: Policy discourses on adaptation and mitigation (REDD+). *Global Environmental Change*, 22(1): 288-298. DOI 10.1016/j.gloenvcha.2011.08.001
- Somorin O.A., Visseren-Hamakers I.J., Arts B., Sonwa D.J. and Tiani A.M., 2014. REDD+ policy strategy in Cameroon: Actors, institutions and governance. *Environmental Science & Policy, Climate change and deforestation: the evolution of an intersecting policy domain* 35, 87–97. doi:10.1016/j.envsci.2013.02.004
- Sonwa D.J., Nkem J.N., Idinoba M.E., Bele M.Y. and Jum C., 2012a. Building regional priorities in forests for development and adaptation to climate change in the Congo Basin. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17(4): 441-450. DOI 0.1007/s11027-011-9335-5
- Sonwa D.J., Somorin O.A., Jum C., Bele M.Y. and Nkem J.N., 2012b. Vulnerability, forest-related sectors and climate change adaptation: The case of Cameroon. *Forest Policy and Economics*, 23(October 2012): 1-9. DOI 10.1016/j.forpol.2012.06.009
- Sonwa D.J., Scholte P., Pokam W., Schauerte P., Tsalefac M., Bouka Biona C., Brown C.P., Haensler A., Ludwig F., Mkankam F.K, Mosnier A., Moufouma-Okia W., Ngana F. and Tiani A.M., 2014. Climate Change and Adaptation in central Africa: Past scenarios and Options for the future. In: *The*

- Forests of the Congo Basin – State of the Forest 2013. Eds: de Wasseige C., Flynn J., Louppe D., Hiol Hiol F., Mayaux Ph. Weyrich. Belgium. 328 p. ISBN: 978-2-87489-299-8
- Spracklen D.V., Arnold S.R. and Taylor C.M., 2012. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature* 489, 282–285.
- Suchel JB., 1988. Les Climats du Cameroun. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Saint Etienne, 1067 PP.
- Sultan B., Servat E., Maley J. and Mahé G., 2001. Inter-relations entre les forêts tropicales et la variabilité climatique: une synthèse des études récentes. *Sécheresse*, 12, 4, 221-229.
- Sunderlin W.D., Larson A.M. and Cronkleton P., 2009. Forest Tenure Rights and REDD+: From Inertia to Policy Solutions. In: Angelsen A.: *Realising REDD+: National Strategy and Policy Options*. Bogor: CIFOR, 139- 150.
- Thompson M.C., Baruah M. and Carr E.R., 2011. Seeing REDD+ as a project of environmental governance. *Environmental science and policy* 14:100-110
- Tiani A.M., Bele M.Y. and Sonwa D.J., 2015. What are we talking about? The state of perceptions and knowledge on REDD+ and adaptation to climate change in Central Africa. *Climate and Development*, 7(4): 1-12. DOI 10.1080/17565529.2014.953901
- Tingem M., Rivington M. and Bellocchi G., 2009. Adaptation assessments for crop production in response to climate change in Cameroon. *Agronomy for sustainable development*, 29(2): 247-256. DOI 10.1051/agro:2008053
- Topa G., Karsenty A., Mégevand C., Debroux L., 2009. The Rainforests of Cameroon: Experience and Evidence from a Decade of Reform. The World Bank (Serie: Directions in Development, Environment and Sustainable Development), Washington D.C.
- Tsalefac M., Zaninetti J.M., Giroir G. et Ngoufo R., 2007. L'Afrique centrale, le Cameroun et les changements globaux. Presses Universitaires d'Orléans, 355 P.
- Tsalefac M., 2013. L'Afrique et les pays du bassin du Congo face aux enjeux post-Kyoto. In: Louzolo-Kimbembe Louzolo. Changement Climatique. Enjeux socio-économiques et défis technologiques dans les pays du bassin du Congo. L'Harmattan, 13-33.
- Tschakert P. and Dietrich K.A., 2010. Anticipatory learning for climate change adaptation and resilience. *Ecology and society* 15(2): 11. <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss2/art11/>
- Twomlow S., Mugabe F.T., Mwale M., Delve R., Nanja D., Carberry P. and Howden M., 2008. Building adaptive capacity to cope with increasing vulnerability due to climatic change in Africa – A new approach. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 33(8): 780-787. DOI 10.1016/j.pce.2008.06.048
- UICN-PACO, 2011. Agir pour la nature et les hommes. Rapport annuel PACO 2010, Ouagadougou, Burkina Faso: UICN-PACO, 44 P.
- UN-DESA (United Nations, Department of Economic and Social Affairs), 2012. World Population Prospects: The 2012 Revision. http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel_population.htm
- UN-DESA (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division), 2015. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, (ST/ESA/SER.A/366). New York, USA. 517p.
- UNEP, 2009. Report of the second meeting of the second ad hoc technical expert group on biodiversity and climate change. UNEP/CBD/AHTEG/BD-CC-2/2/6 Convention on Biological Diversity. Helsinki, Finland. 18–22 April 2009. 35p.
- UNEP, 2011. Forests in a green economy – a synthesis. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. www.unep.org/pdf/PressReleases/UNEP-ForestsGreenEco-basse_def_version_normale.pdf
- UNEP, 2014. Building Natural Capital: How REDD+ can Support a Green Economy, Report of the International Resource Panel, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. <http://www.un-redd.org/portals/15/documents/IRPBuildingNaturalCapitalPolicyMakerSummaryweb.pdf>
- UNFCCC, 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. Available at: http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf.
- UNFCCC, 2010. *Les accords de Cancun: Résultats des travaux du Groupe spécial de l'action concertée à long terme au titre de la Convention (Décision CCNUCC 1/CP.16)*.
- UNFCCC, 2015a. INDCs as communicated by Parties. <http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>
- UNFCCC, 2015b. NAPAs received by the secretariat http://unfccc.int/adaptation/workstreams/national_adaptation_programmes_of_action/items/4585.php

- UNFCCC, 2015c. Non-Annex I national communications. http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php
- UNFCCC, 2015d. Status of NAPA implementation under the LDCF. http://unfccc.int/adaptation/knowledge_resources/ldc_portal/items/5632.php.
- Verchot L., Kamalakumari A., Romijn E., Herold M. and Hergoualc'h K., 2012. Emissions factors: Converting land use change to CO₂ estimates. In: Angelsen A., Brockhaus M., Sunderlin W.D. and Verchot L., eds. *Analysing REDD+: Challenges and choices*. Bogor, Indonesia: CIFOR. 261-278.
- Washington R., James R., Pearce H., Pokam W.M. and Moufouma-Okia W., 2013. Congo Basin rainfall climatology: can we believe the climate models? *Phil Trans R Soc B* 368: 20120296. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0296>
- Weber W., 1998. *Conservation des Primates et Ecotourisme en Afrique (non publié)*. WCS.
- Wilkie D.S. and Carpenter J., 1999. Can nature tourism help finance protected areas in the Congo Basin? *Oryx*. Vol. 33, n°4, p. 333-339.
- Wilkie D., Morelli G., Rotberg F. and Shaw E., 1999. Wetter isn't better: global warming and food security in the Congo Basin. *Global Environmental Change*, 9(4): 323-328. DOI 10.1016/S0959-3780(99)00021-7
- Young O.R., 2002. *The institutional dimensions of environmental change: fit, interplay, and scale*. Cambridge, MA: The MIT press.

OUVRAGES NON CITÉS À CONSULTER POUR UNE DOCUMENTATION APPROFONDIE

- Assembe-Mvondo S. and Oyono P.R., 2004. An Assessment of Social Negotiation as a Tool of Local Management: A Case Study of the Dimako Council Forest, Cameroon. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19, 78–84. doi:10.1080/14004080410034155
- Assembe-Mvondo S., 2005. *Decentralisation des Ressources Forestières et Justice Environnementale: Analyse des Evidences Empiriques du Sud-Cameroun*. Law Env't & Dev. J. 1, 35.
- Assembe-Mvondo S., 2006. Forestry Income Management and Poverty Reduction: Empirical Findings from Kongo, Cameroon. *Development in Practice* 16, 68–73.
- Assembe-Mvondo S., 2015. National-level corruption risks and mitigation strategies in the implementation of REDD+ in the Democratic Republic of the Congo: An overview of the current situation. Center for International Forestry Research. (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Assembe-Mvondo S., Eba'a Atyi R., Brockhaus M. and Lescuyer L. Public Policy transfer: outline for disseminating the REDD+ international regime in Central African countries
- Awono A., Somorin O.A., Eba'a Atyi R. and Levang P., 2014. Tenure and participation in local REDD+ projects: Insights from southern Cameroon. *Environmental Science & Policy* 35, 76–86. doi:10.1016/j.envsci.2013.01.017
- Brockhaus M., DiGregorio M. and Wertz-Kannounikoff S.K., 2012. Guide for country profiles: Global Comparative Study on REDD (GCS-REDD) Component 1 on National REDD+ Policies and Processes. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Cerutti P.O., Lescuyer G., Assembe-Mvondo S. and Tacconi L., 2010. The Challenges of Redistributing Forest-Related Monetary Benefits to Local Governments: A Decade of Logging Area Fees in Cameroon. *International Forestry Review* 12, 130–138. doi:10.1505/ifer.12.2.130
- Cerutti P.O., Tacconi L., Lescuyer G. and Nasi R., 2013. Cameroon's hidden harvest: commercial chainsaw logging, corruption, and livelihoods. *Society & Natural Resources* 26, 539–553.
- Cuny P., Le Crom M. and Giraud A., 2013. *Résumé Elaboration d'un profil pays: Pour la mesure et le suivi du carbone*

- forestier, Cameroun. Center for International Forestry Research. (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Duguma L.A., Minang P.A. & Van Noordwijk M., 2014. Climate change mitigation and adaptation in the land use sector: from complementarity to synergy. *Environmental management*, 54, 420-432.
- Eba'a Atyi R., Assembe-Mvondo S., Lescuyer G. and Cerutti P., 2013. Impacts of international timber procurement policies on Central Africa's forestry sector: The case of Cameroon. *Forest Policy and Economics, Emerging Forest Regimes* 32, 40–48. doi:10.1016/j.forpol.2012.12.006
- Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O. and Townshend J.R.G., 2013. Hansen/UMD/Google/USGS/NASA Tree Cover Loss and Gain Area. University of Maryland, Google, USGS, and NASA. www.globalforestwatch.org.
- Ickowitz A., Slayback D., Asanzi P. and Nasi R., 2015. Agriculture and deforestation in the Democratic Republic of the Congo: A synthesis of the current state of knowledge, CIFOR Occasional Paper. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Kengoum D.F., 2011. REDD+ politics in the media: A case study from Cameroon (51), CIFOR Working Paper. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Kengoum D.F., 2015 in prep. Le contexte de la REDD+ au Cameroun: Causes, agents et institutions. Version mise à jour. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Loft L., Ravikumar A., Gebara M.F., Pham T.T., Resosudarmo I.A.P., Assembe S., Tovar J.G., Mwangi E. and Andersson K., 2015. Taking Stock of Carbon Rights in REDD+ Candidate Countries: Concept Meets Reality. *Forests* 6, 1031–1060.
- Oyono P.R., Ribot J.C., Assembe Mvondo S. and Logo P.B., 2007. Improving Decentralized Forest Management in Cameroon: Options and Opportunities from Ten Years of Experience. CIFOR Governance Brief no. 33. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia. 12p.
- Sunderlin W.D., Ekaputri A.D., Sills E.O., Duchelle A.E., Kweka D., Diprose R., Doggart N., Ball S., Lima R., Enright A., Torres J., Hartanto H. and Toniolo A., 2014a. The challenge of establishing REDD+ on the ground: Insights from 23 sub-national initiatives in six countries. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Sunderlin W.D., Larson A.M., Duchelle A.E., Resosudarmo I.A.P., Huynh T.B., Awono A. and Dokken T., 2014b. How are REDD+ Proponents Addressing Tenure Problems? Evidence from Brazil, Cameroon, Tanzania, Indonesia, and Vietnam. *World Development, Land Tenure and Forest Carbon Management* 55, 37–52. doi:10.1016/j.worlddev.2013.01.013
- WWC, 2015. Calculation of the REL UNDEF and REL UNDEG for the Mai Ndombe ER-Program. Final Report submitted to the World Bank's Forest Carbon Partnership Fund. Wildlife Works Carbon, LLC.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Vue d'ensemble des projections GCM utilisées dans les Communications Nationales à la CCNUCC pour sept pays de la COMIFAC (adapté de GIZ/BMU 2011).

Pays	Nombre de communications à la CCNUCC	Paramètres simulés	Période de référence	Horizons temporels de simulation	Tendances
Burundi	2	Précipitation, température	1975-1990	2010, 2020, 2030, 2040, 2050	- précipitation : augmentation 2010-2030 ; diminution 2030-2040, puis une nouvelle augmentation commençant en 2050 - température : 1° to 3°C augmentation 2010-2050
Cameroun	2	Précipitation, température, niveau des mers	1961-1990	2025, 2050, 2075, 2100	- précipitation : augmentation générale avec une forte variabilité dans la région soudano-sahélienne jusqu'en 2100 - température : 3°C d'augmentation - augmentation du niveau des mers
Congo	1	Précipitation, température	1961-1990		-précipitation : +4 à 24 % en 2050 ; +6 à 27 % en 2100 -température : +0,6 à 1,1°C en 2050 ; +2 à 3°C en 2100
Gabon	1	Précipitation, température	1961-1990		-précipitation : +5 à 6 % en 2050 ; +3 à 18,5 % en 2100 -températures : +0,9°C en 2050 ; +2°C en 2100
RDC	2	Précipitation, température, et pression atmosphérique	1961-1990	2010, 2025, 2050, 2100	-précipitation : from +0,3 % en 2010 à +11,4 % en 2100 -température : from +0,46°C en 2010 à +3,22°C en 2100 -pression atmosphérique : de 0,52 hPa en 2010 à -0,47 hPa en 2100
Sao Tome et Principe	1	Précipitation, température, niveau marin	1961-1990		- précipitation réduction - température : augmentation - augmentation du niveau des mers
Tchad	1	Précipitation, température	1961-1990		-précipitation : +50 à 60 % en 2023 -température : +0,6 à 1,7 °C

Les précédents rapports sur l'Etat des Forêts sont disponibles en téléchargement en format .pdf sur :
<http://www.observatoire-comifac.net/edf.php>

Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale
Des connaissances au service de tous

OFAC | Partager des connaissances | Systèmes de suivi | **Etat des Forêts** | Interface cartographique | Login

Etat des Forêts

Les forêts du bassin du Congo couvrent 200 millions d'hectares au cœur du continent africain. Tout à la fois, elles représentent la ressource quotidienne de 60 millions de personnes, produisent des moyens financiers pour les États de la région par l'exploitation du bois d'œuvre, absorbent d'énormes quantités de carbone, fournissent le socle d'une biodiversité unique et régulent le débit des grands fleuves d'Afrique centrale. Pourtant, de nombreuses interrogations et approximations demeurent quant aux services qu'elles produisent, à leur évolution spatiale, aux opportunités qu'elles représentent, aux menaces qui les guettent.

Pour pallier le manque de données fiables, de nombreux acteurs de la région et au-delà, provenant des services gouvernementaux, d'ONG, du secteur privé et de la communauté scientifique, se sont rapprochés pour produire le premier Etat des forêts en 2005, dans une version concise, et une édition plus complète parue en 2006, sous l'impulsion des États-Unis, de l'Union Européenne, de la France et de l'Allemagne.

En 2007, l'Union européenne a supporté ce processus avec comme objectifs principaux de (i) constituer un système de suivi de l'environnement naturel et socio-économique des écosystèmes forestiers d'Afrique centrale basé sur une série d'indicateurs, (ii) coordonner la publication tous les deux ans du « Rapport sur l'Etat des forêts », et (iii) initier la création de l'Observatoire des forêts d'Afrique centrale (OFAC) au profit des pays de la COMIFAC.

Cet ouvrage, produit tous les deux ans par la Commission des forêts d'Afrique centrale (COMIFAC) et les autres acteurs du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo, est devenu la référence absolue pour qui voudrait avoir une vue synthétique et détaillée de la situation du massif forestier tropical d'Afrique centrale.

L'Etat des Forêts 2010

Le processus d'élaboration de l'EDF 2010 n'est pas fort différent de celui du rapport 2008 et s'appuie sur des indicateurs définis de manière collégiale par une soixantaine d'acteurs. La collecte des données s'est organisée de 2009 à 2010 autour de groupes

L'Etat des Forêts 2008

L'Etat des Forêts 2010

L'Etat des Forêts 2011

Année Protégée d'Afrique Centrale 2015

L'Etat des Aires Protégées 2015 est disponible en français sur le site de l'OFAC :
<http://www.observatoire-comifac.net/edAP2015.php>



Imprimé en novembre 2015